

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кубанский государственный технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КубГТУ»)

Институт «Нефти, газа и энергетики»,
кафедра «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»

НАУКА. НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ. УСПЕХ

Материалы
II Международной научно-практической конференции

(17 апреля 2021 года)

Сборник статей

Краснодар
2021

УДК 62-4/-9/622+553+66+377/378
ББК 33.36+31.15/31.2+35.50/35.61+26.30/26.34+74.4
Н34

Н34 **Наука. Новое поколение. Успех:** материалы II Международной научно-практической конференции (17 апреля 2021 года): в 2 т.: сборник статей / ФГБОУ ВО «Кубан. гос. технол.ун-т»; Институт «Нефти, газа и энергетики», кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов». – Краснодар: Издательский Дом – Юг.
Т. 2. – 2021. – 444 с.
ISBN 978-5-91718-658-0 (Т. 2)
ISBN 978-5-91718-656-6

Настоящее издание содержит научные статьи участников II Международной научно-практической конференции «Наука. Новое поколение. Успех», организованной Кубанским государственным технологическим университетом на базе кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов» института «Нефти, газа и энергетики» 17 апреля 2021 года.

Статьи участников посвящены фундаментальным основам для создания новых технологий разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений, добычи, транспортировки, переработки и хранения углеводородного сырья, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий, результатам исследовательских и научно-прикладных работ по широкому кругу вопросов, а также актуальным вопросам и проблемам освоения углеводородного потенциала России.

Адресуется научным и практическим работникам, преподавателям, аспирантам и студентам.

ББК 33.36+31.15/31.2+35.50/35.61+26.30/26.34+74.4
УДК 62-4/-9/622+553+66+377/378

ISBN 978-5-91718-658-0 (Т. 2)
ISBN 978-5-91718-656-6

© Коллектив авторов, 2021
© ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2021
© Оформление ООО «Издательский Дом – Юг», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	15
Е.В. Медведева, И.А. Терещенко Вскрытие и освоение нефтяного пласта	16
E.V. Medvedeva, I.A. Tereshchenko Opening and development of an oil reservoir	
В.И. Медведкин, Е.А. Пшеничнов, Г.А. Захаров Общая характеристика метода сравнения электрических величин по фазе при реализации измерительных органов релейной защиты	20
V.I. Medvedkin, E.A. Pshenichnov, G.A. Zakharov General characteristics of the method for comparing electrical quantities in phase when implementing measuring devices of relay protection	
А.П. Невечеря Задача прогнозирования динамики трудовых ресурсов	24
A.P. Nevecherya Labor resources dynamics forecasting problem	
А.К. Нелин, С.И. Шиян, Е.В. Медведева, И.И. Шаблий Особенности выбора способа освоения шельфового месторождения и способа механизированной добычи углеводородного сырья	27
A.K. Nelin, S.I. Shiyan, E.V. Medvedeva, I.I. Shablii Features of choosing a method for developing a shelf deposit and a method for mechanized production of hydrocarbons	
А.К. Нелин, Е.В. Медведева, Д.В. Шутов, С.И. Шиян Разработка и перспективы развития новых шельфовых месторождений России на примере месторождения им. Ю. Корчагина	32
A.K. Nelin, E.V. Medvedeva, D.V. Shutov, S.I. Shiyan Development and prospects of development of new shelf deposits in Russia on the example of the deposit named Yu. Korchagin	
А.К. Нелин, В.В. Дубов Анализ источников шума газоперекачивающих агрегатов в блочно-контейнерном исполнении	36
A.K. Nelin, V.V. Dubov Analysis of noise sources for gas-pumping units in block-container design	
А.К. Нелин, М.Г. Приходько Прямое преобразование тепловой энергии в электрическую	41
A.K. Nelin, M.G. Prikhodko Direct conversion of thermal energy into electrical energy	
А.К. Нелин, М.Г. Приходько Требования, предъявляемые к запорно-регулирующей арматуре	45
A.K. Nelin, M.G. Prikhodko Requirements for shut-off and control valves	

А.К. Нелин, И.А. Терещенко Проектирование переходов трубопровода через искусственные преграды	48
A.K. Nelin, I.A. Tereshchenko Design of pipeline crossings through artificial barriers	
А.К. Нелин, Н.Д. Ханюченко Приборы и оборудование газопроводов	52
A.K. Nelin, N.D. Khanyuchenko Gas pipeline devices and equipment	
Ю.Е. Огиенко Повышение эффективности бурения методом анализа удельной механической энергии разрушения горной породы	56
Yu.E. Ogienko Increasing the efficiency of drilling by analyzing the specific mechanical energy of rock destruction	
А.М. Оппаходжаев, В.А. Рыбалко Анализ влияния изменения частоты переменного тока в локальных электроустановках на точность формирования выходного напряжения многофазного преобразователя	60
A.M. Oppakhodzhaev, V.A. Rybalko Analysis of the influence of changes in the frequency of alternating current in local electrical installations on the accuracy of the output voltage of a multiphase converter	
И.О. Орлова, Н.Н. Авакимян, Е.Н. Даценко Алгоритм выбора скважин-кандидатов для производства водоизоляционных работ	64
I.O. Orlova, N.N. Avakimyan, E.N. Datsenko Algorithm for selecting candidate wells for water insulation works	
И.О. Орлова, Е.Н. Даценко, Н.Н. Авакимян Влияние биогенной коррозии на объекты добычи нефти и газа	68
I.O. Orlova, E.N. Datsenko, N.N. Avakimyan The impact of biogenic corrosion on oil and gas production facilities	
И.О. Орлова, Е.Н. Даценко, Н.Н. Авакимян Основные методы ограничения и изоляции водопритокков	71
I.O. Orlova, E.N. Datsenko, N.N. Avakimyan Basic methods of limiting and isolating water flows	
И.О. Орлова, Н.Н. Авакимян, Е.Н. Даценко Фрактальная размерность кривой падения	75
I.O. Orlova, N.N. Avakimyan, E.N. Datsenko Fractal dimension of the incidence curve	
А.Н. Паплинский, Н.М. Уляшева, В.Ю. Близиюков Исследование влияния химических реагентов на интенсивность набухания глинистых пород	79
A.N. Paplinskiy, N.M. Ulyasheva, V.Yu. Bliznyukov Study of the effect of chemical reagents on the intensity of swelling of clay rocks	

А.А. Паранук, С.В. Румянцев, О.Г. Субочев Анализ методов прогнозирования изменения технического состояния ГПА	84
A.A. Paranuk, S.V. Romyantsev, O.G. Subochev Analysis of methods for predicting changes in the technical state of the GPU	
А.В. Петросьян, Е.Н. Чернякович, А.С. Молодых, И.А. Терещенко, В.В. Шек Стадии разработки месторождений	88
A.V. Petrosyan, E.N. Chernyakovich, A.S. Molodykh, I.A. Tereshchenko, V.V. Shek Stages of field development	
А.В. Петросьян, Е.Н. Чернякович, А.С. Молодых, И.А. Терещенко, В.В. Шек Физико-химические свойства нефти, природного газа, углеводородного конденсата и пластовых вод	93
A.V. Petrosyan, E.N. Chernyakovich, A.S. Molodykh, I.A. Tereshchenko, V.V. Shek Physical and chemical properties of oil, natural gas, hydrocarbon condensate and reservoir waters	
А.В. Петросьян, Е.Н. Чернякович, А.С. Молодых, И.А. Терещенко, В.В. Шек Штанговые скважинные насосы	98
A.V. Petrosyan, E.N. Chernyakovich, A.S. Molodykh, I.A. Tereshchenko, V.V. Shek Rod borehole pumps	
А.Г. Печенкин, Д.С. Антипов Переходные процессы при самозапуске электродвигателей нефтеперекачивающей станции	103
A.G. Pechenkin, D.S. Antipov Analysis of self-starting of electric motors of an oil pumping station in generalized vector space	
А.Г. Печенкин, Э.Д. Шкерета Анализ влияния коэффициента связи обмоток на параметры идентификации многофазного преобразователя с короткозамкнутой обмоткой	106
A.G. Pechenkin, E.D. Shkereda Analysis of the influence of the winding coupling coefficient on the identification parameters of a multiphase converter with a short-circuited winding	
А.В. Поляков, А.Р. Липатова, М.А. Бонь Обоснование экономического эффекта технологии интенсификации притока нефти с применением соляно-кислотной обработки на Спорышевском месторождении	111
A.V. Polyakov, A.R. Lipatova, M.A. Bon Justification of the economic effect of the technology of intensification of the oil influence with the use of hydrolic acid treatment at the Sporyshevskoe field	

А.В. Поляков, А.Р. Липатова, О.А. Есипенко, Ю.В. Рыбакин Сравнение экономической эффективности применения газлифтного и насосного способов эксплуатации скважин на месторождении Монги	115
A.V. Polyakov, A.R. Lipatova, O.A. Esipenko, Yu.V. Rybakin Comparison of economic efficiency of application of gaslift and pumping methods of operation of wells at the Mongi field	
А.В. Поляков, А.Р. Липатова, О.А. Есипенко, М.А. Абдуллаев Экономическая оценка эффективности применения ингибиторов при борьбе с гидратами на газодобывающем предприятии	119
A.V. Polyakov, A.R. Lipatova, O.A. Esipenko, M.A. Abdullaev Economic assessment of the efficiency of the application of inhibitors in the control of hydrates in a gas production enterprise	
А.В. Поляков, А.Р. Липатова, Ю.Ю. Величко Пути повышения конкурентоспособности предприятия нефтегазовой отрасли	122
A.V. Polyakov, A.R. Lipatova, Yu.Yu. Velichko Ways to increase competitiveness of the oil and gas industry	
А.В. Поляков, А.Р. Липатова, О.А. Есипенко, А.С. Яковина Методы биологической очистки почв и воды, загрязненных нефтепродуктами на месторождениях Северного Сахалина	126
A.V. Polyakov, A.R. Lipatova, O.A. Esipenko, A.S. Yakovina Methods for biological treatment of soils and water contaminated with oil products at the Northern Sakhalin fields	
А.В. Поляков, М.Г. Приходько, В.В. Сыщенко, А.В. Кондрашов, П.Д. Пономаренко Неисправность зубчатых передач	131
A.V. Polyakov, M.G. Prikhodko, V.V. Syshchenko, A.V. Kondrashov, P.D. Ponomarenko Gear failure	
А.В. Поляков, М.Г. Приходько, В.В. Сыщенко, А.В. Кондрашов, П.Д. Пономаренко Ультразвуковая дефектоскопия	135
A.V. Polyakov, M.G. Prikhodko, V.V. Syshchenko, A.V. Kondrashov, P.D. Ponomarenko Ultrasonic flaw detection	
А.В. Поляков, М.Г. Приходько, В.В. Сыщенко, А.В. Кондрашов, П.Д. Пономаренко Ультразвуковая толщинометрия	140
A.V. Polyakov, M.G. Prikhodko, V.V. Syshchenko, A.V. Kondrashov, P.D. Ponomarenko Ultrasonic thickness measurement	
А.В. Поляков, Я.В. Саввон, Е.А. Евдокимов, Н.А. Кирарас Технология сооружения подземных трубопроводов в нормальных условиях	144
A.V. Polyakov, Ya.V. Savvon, E.A. Evdokimov, N.A. Kiraras Underground pipeline construction technology under normal conditions	

А.В. Поляков Балластировка трубопроводов. Конструкции балластировочных устройств	149
A.V. Polyakov About the GPU start mode and its loading	
А.В. Поляков, Я.В. Саввон, Е.А. Евдокимов, Н.А. Кирарас О режиме запуска ГПА и его загрузке	153
A.V. Polyakov, Ya.V. Savvon, E.A. Evdokimov, N.A. Kiraras About the GPU start mode and its loading	
А.В. Поляков, И.А. Терещенко, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко Устройства для ввода ингибиторов в трубопровод	158
A.V. Polyakov, I.A. Tereshchenko, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko Devices for injection of inhibitors into the pipeline	
А.В. Поляков, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко Использование инновационного метода для изготовления, прототипирования и ремонта нефтегазопромыслового оборудования	162
A.V. Polyakov, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko Using an innovative method for the manufacture, prototyping and repair of oil and gas field equipment	
А.В. Поляков, Н.Д. Ханюченко Способы освоения скважин	167
A.V. Polyakov, N.D. Khanyuchenko Well development methods	
М.Г. Приходько, Я.В. Саввон, Е.А. Евдокимов, Н.А. Кирарас Контроль качества нефтей	171
M.G. Prikhodko, Ya.V. Savvon, E.A. Evdokimov, N.A. Kiraras Oil quality control	
М.Г. Приходько, М.А. Самарин, А.Н. Безуглый, А.Г. Мамедов Особенности выбора трасс промысловых нефтепроводов	175
M.G. Prikhodko, M.A. Samarin, A.N. Bezugly, A.G. Mamedov Features of the choice of routes of field oil pipelines	
М.Г. Приходько, Е.А. Евдокимов, Н.А. Кирарас, Э.Н. Неприкова Контроль качества выполнения работ на трубопроводах	179
M.G. Prikhodko, E.A. Evdokimov, N.A. Kiraras, E.N. Neprikova Quality control of work on pipelines	
М.Г. Приходько, М.А. Самарин, А.Н. Безуглый, А.Г. Мамедов Термические способы добычи нефти	183
M.G. Prikhodko, M.A. Samarin, A.N. Bezugly, A.G. Mamedov Thermal methods of oil production	
М.Г. Приходько, М.А. Самарин, Р.А. Тараник, М.Д. Соловьёв Промывка скважин промывочными жидкостями	187
M.G. Prikhodko, M.A. Samarin, R.A. Taranik, M.D. Soloviev Well flushing with flushing fluids	

М.Г. Приходько Установки газофракционирования (ГФУ) предельных газов	191
M.G. Prikhodko Gas fractionation units (HFC) of limit gases	
Е.А. Пшеничнов, В.И. Медведкин, Г.А. Захаров Общая характеристика метода сравнения электрических величин по амплитуде при реализации измерительных органов релейной защиты	195
E.A. Pshenichnov, V.I. Medvedkin, G.A. Zakharov General characteristics of the method for comparing electrical quantities in amplitude when implementing measuring devices of relay protection	
А.С. Рудозуб, Н.В. Хлабыстова Оценка преподавателями имиджа вуза: социологический анализ	199
A.S. Rudozub, N.V. Khlabystova Teachers' assessment of the university's image: a sociological analysis	
А.С. Рудозуб, Н.В. Хлабыстова Влияние имиджа вуза на потребительские предпочтения абитуриентов	202
A.S. Rudozub, N.V. Khlabystova Influence of the image of the university on the consumer preferences of applicants	
В.А. Рыбалко, М.В.Х. Халид, Г.А. Захаров Расщепление однофазных входных сигналов тока и напряжения для повышения эффективности аналоговых устройств дистанционной защиты	205
V.A. Rybalko, M.V.H. Halid, G.A. Zakharov Splitting single-phase current and voltage inputs to improve the performance of analog distance protection devices	
М.А. Самарин, М.Г. Приходько Оборудование для изоляции трубопроводов	209
M.A. Samarin, M.G. Prikhodko Pipeline insulation equipment	
М.А. Самарин, Н.Д. Ханюченко Применение поверхностно-активных веществ	213
M.A. Samarin, N.D. Khanyuchenko The use of surfactants	
П.В. Середа Навыки и качества переводчика в контексте современности	217
P.V. Sereda Translator skills and qualities in the context of modern time	
А.А. Слепцов, П.А. Суховерова, С.И. Шиян, А.В. Владимиров, Ф. Джалло Применение магнитно-импульсной дефектоскопии для контроля за состоянием скважин двухколонной конструкции	220
A.A. Sleptsov, P.A. Sukhoverova, S.I. Shiyan, A.V. Vladimirov, F. Jalloh Application of magnetic impulse flaw detection for monitoring the condition of two-casing wells	

Д.И. Стягун, А.В. Абрамушкина Применение методов оценки персонала для моделирования технологических систем в управлении охраной труда на предприятиях	224
D.I. Styagun, A.V. Abramushkina Application of personnel assessment methods for modeling technological systems in occupational health and safety management at enterprises	
П.А. Суховерова, А.А. Слепцов, С.И. Шиян, А.В. Владимиров, Ф. Джалло Решение проблемы негативного влияния механических примесей на УЭЦН на примере Ломового месторождения	227
P.A. Sukhoverova, A.A. Sleptsov, S.I. Shiyan, A.V. Vladimirov, F. Jalloh Solution of the problem of negative influence of mechanical impurities on ESP on the example of the Lomovoe deposit	
И.С. Телятников Об одной модели колебаний литосферных структур вблизи разлома	232
I.S. Telyatnikov On one model of vibrations for lithospheric structures near a fault	
И.С. Телятников, О.А. Бушуева К моделированию миграции загрязнителей с использованием ГИС-технологий	236
I.S. Telyatnikov, O.A. Bushueva To simulation of pollutant migration using GIS technologies	
А.В. Терещенко, И.А. Терещенко Адресатность художественного дискурса	240
A.V. Tereshchenko, I.A. Tereshchenko Targeting of artistic discourse	
И.А. Терещенко, В.И. Дунаев Об одном условии развития вертикальной трещины при гидравлическом воздействии на нефтеносный пласт	244
I.A. Tereshchenko, V.I. Dunaev On one condition for the development of a vertical fracture during hydraulic impact on the oil-bearing formation	
И.А. Терещенко, Р.Р. Арушанян, М.Х. Хапова Диагностика подводных переходов	248
I.A. Tereshchenko, R.R. Arushanyan, M.H. Napova Underwater crossing diagnostics	
И.А. Терещенко, Р.Р. Арушанян, М.Х. Хапова, В.Д. Крашенинников Виды потерь нефтепродуктов при операциях в резервуарных парках	254
I.A. Tereshchenko, R.R. Arushanyan, M.H. Napova, V.D. Krasheninnikov Types of loss of petroleum products during operations in reservoir parks	
И.А. Терещенко, Р.Р. Арушанян, М.Х. Хапова Эксплуатация подводных переходов	259
I.A. Tereshchenko, R.R. Arushanyan, M.H. Napova Operation of underwater crossings	

И.А. Терещенко, Р.Р. Арушанян, М.Х. Хапова Измерение давления	264
I.A. Tereshchenko, R.R. Arushanyan, M.H. Narova Pressure measurement	
И.А. Терещенко, Р.Р. Арушанян, М.Х. Хапов Измерение температуры	268
I.A. Tereshchenko, R.R. Arushanyan, M.H. Narova Temperature measurement	
И.А. Терещенко, М.А. Самарин, Р.А. Тараник, Е.С. Кулаченко Эксплуатация системы маслоснабжения КС	272
I.A. Tereshchenko, M.A. Samarin, R.A. Taranik, E.S. Kulachenko Operation of the compressor station oil supply system	
И.А. Терещенко, М.А. Самарин, Р.А. Тараник, Е.С. Кулаченко Маслосистема НПС	277
I.A. Tereshchenko, M.A. Samarin, R.A. Taranik, E.S. Kulachenko Oil system of oil pumping station	
И.А. Терещенко Назначение и условия проведения кислотных обработок	282
I.A. Tereshchenko Purpose and conditions for acid treatments	
И.А. Терещенко Классификация подводных переходов трубопроводов	285
I.A. Tereshchenko Classification of underwater pipeline crossings	
И.А. Терещенко Описание Мыхпайского месторождения	289
I.A. Tereshchenko Description of the Mykhpayskoye field	
И.А. Терещенко Описание Самотлорского месторождения	293
I.A. Tereshchenko Description of the Samotlor deposit	
И.А. Терещенко Пути снижения расхода талевых канатов	297
I.A. Tereshchenko Ways to reduce the consumption of wire ropes	
И.А. Терещенко Диагностика технического состояния и ремонт насосно-компрессорных труб	301
I.A. Tereshchenko Diagnostics of the technical condition and repair of tubing	

И.А. Терещенко Использование метанола в качестве ингибитора гидратообразования	305
I.A. Tereshchenko Using methanol as a hydrate inhibitor	
И.А. Терещенко, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко Моделирование процесса пенообразования	309
I.A. Tereshchenko, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko Foaming process modeling	
И.А. Терещенко, М.А. Самарин, А.Н. Безуглый, М.Д. Соловьёв Инжекционные горелки	313
I.A. Tereshchenko, M.A. Samarin, A.N. Bezugly, M.D. Soloviev Injection burners	
И.А. Терещенко Технология поддержания пластового давления	317
I.A. Tereshchenko Reservoir pressure maintenance technology	
И.А. Терещенко Современные методы борьбы с пескопроявлением при заканчивании скважин	320
I.A. Tereshchenko Modern completion sand control techniques	
Е.В. Тихонов, С.И. Шиян, В.М. Гаргат, В.А. Альховиков Развитие гидроструйного способа добычи нефти	323
Ye.V. Tikhonov, S.I. Shiyan, V.M. Gargat, V.A. Alkhovikov Development of the hydrojet mining method oil	
Д.А. Тлий, Д.А. Иноземцев, Е.Ф. Кесова Очистка газа каталитическим методом	330
D.A. Tliy, D.A. Inozemtsev, E.F. Kesova Gas purification by the catalytic method	
А.Г. Тонян, А.В. Бунякин, Г.А. Тонян Математическое обоснование роли аорто-мезентериального «пинцета» в развитии нарушений магистрального венозного кровотока левой почки	333
A.G. Tonyan, A.V. Bunyakin, G.A. Tonyan Mathematical substantiation of the role of the aorto-mesenteric «tweezers» in the development of disorders of the main venous blood flow of the left kidney	
Е.В. Тымчук К вопросу о лексических упражнениях на занятиях по иностранному языку	346
E.V. Tymchuk On the issue of lexical exercises in foreign language classes	
П.М. Хакуз, Л.В. Корсакова Логика организации научного аппарата диссертационного исследования (на примере философских наук)	349
P.M. Hakuz, L.V. Korsakova The logic of the structure of the scientific apparatus of the dissertation research (on the example of the philosophical sciences)	

П.М. Хакуз, О.Н. Оплетаетева Определение темы диссертационного исследования (на примере философских наук)	353
P.M. Hakuz, O.N. Opletaeva The determination of the topic of the dissertation research (on the example of the philosophical sciences)	
М.В.Х. Халид, В.А. Рыбалко, Г.А. Захаров Общий принцип формирования характеристики срабатывания измерительного органа реле с двумя входными электрическими величинами	357
M.V.H. Halid, V.A. Rybalko, G.A. Zakharov General principle of forming the response characteristic of the measuring element of a relay with two input electrical quantities	
Н.Д. Ханюченко, Я.В. Саввон, Е.А. Евдокимов, Н.А. Кирарас Обезвоживание и утилизация осадков сточных вод	362
N.D. Khanyuchenko, Ya.V. Savvon, E.A. Evdokimov, N.A. Kiraras Dewatering and disposal of sewage sludge	
Н.Д. Ханюченко Катодная защита оборудования	366
N.D. Khanyuchenko Cathodic protection of equipment	
Н.Д. Ханюченко Проектирование и сооружение переходов трубопроводов через железные и автомобильные дороги	370
N.D. Khanyuchenko Design and construction of pipeline crossings across railways and highways	
Н.Д. Ханюченко Солнечно-водородная энергетика	374
N.D. Khanyuchenko Solar-hydrogen energy	
Н.Д. Ханюченко Анализ проектирования механизированной добычи нефти	378
N.D. Khanyuchenko Analysis of artificial lift design	
Н.Д. Ханюченко Основные технологии перекачки высоковязких и застывающих нефтей.....	381
N.D. Khanyuchenko The main technologies for pumping high-viscosity and solidifying oils	
Н.Д. Ханюченко Особенности подготовки воды для поддержания пластового давления	384
N.D. Khanyuchenko Features of water treatment to maintain reservoir pressure	

Н.Д. Ханюченко Промышленные системы газоснабжения	387
N.D. Khanyuchenko Industrial gas supply systems	
Н.Д. Ханюченко, М.А. Самарин, Р.А. Тараник, М.Д. Соловьёв Типы применяемых ингибиторов для оборудования скважин	392
N.D. Khanyuchenko, M.A. Samarin, R.A. Taranik, M.D. Soloviev Types of applied inhibitors for well equipment	
Н.Д. Ханюченко, М.А. Самарин, Р.А. Тараник, М.Д. Соловьёв Трубопоршневые поверочные установки для измерения расхода нефти	396
N.D. Khanyuchenko, M.A. Samarin, R.A. Taranik, M.D. Soloviev Tubular piston calibration rigs for measuring oil consumption	
Н.Д. Ханюченко Система регулирования ГПА	400
N.D. Khanyuchenko GPU regulation system	
Е.П. Чернуха, А.И. Проценко Математическое моделирование скоринговой системы кредита	404
E.P. Chernukha, A.I. Protsenko Mathematical modeling of the credit scoring system	
Е.П. Чернуха, Е.А. Вороновская Математическое моделирование процесса выбора поставщика транспортных услуг	407
E.P. Chernukha, E.A. Voronovskaya Mathematical modeling of the process of selecting of transport service provider	
Н.О. Чубырь, И.В. Гудза, А.В. Коваленко Математическая модель влияние каталитической реакции диссоциации молекул воды на перенос ионов 1: 1 соли в сечении канала обессоливания	410
N.O. Chubyr, I.V. Gudza, A.V. Kovalenko Mathematical model effect of the catalytic reaction of dissociation of water molecules on the transport of 1: 1 salt ions in the cross section channel of the desalination	
П.С. Шичёв, И.Ю. Быков, В.Ю. Близнюков Подход к корректировке значений диагностических параметров при реализации контроля состояния электроприводного оборудования по спектру тока двигателя	414
P.S. Shichev, I.Yu. Bykov, V.Yu. Bliznyukov Approach to adjusting the values of diagnostic parameters when monitoring the state of electric drive equipment on the motor current spectrum	
С.И. Шиян, А.К. Нелин, Е.В. Медведева, Д.В. Шутов Анализ причин возникновения гидратообразований при эксплуатации скважин на газовых месторождениях	419
S.I. Shiyan, A.K. Nelin, E.V. Medvedeva, D.V. Shutov Analysis of the causes of hydrate formations in the operation of wells at gas fields	

- С.И. Шиян, И.И. Шаблий, А.К. Нелин, Е.В. Медведева**
 Методы борьбы с гидратообразованием при эксплуатации скважин
 на газовом месторождении 424
S.I. Shiyan, I.I. Shablii, A.K. Nelin, E.V. Medvedeva
 Methods of combating hydrate formation during operation of wells in a gas field
- В.А. Шмелев, Ю.П. Сердобинцев, А.М. Макаров**
 Повышение эффективности бурения скважин
 на основе автоматического управления процессом разрушения горных пород 429
V.A. Shmelev, Yu.P. Serdobintsev, A.M. Makarov
 Improving the efficiency of drilling wells based
 on automatic control of the process of rock destruction
- К.С. Щеколдин, С.И. Шиян, Д.Р. Коваленко**
 Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования
 при добыче высокообводненной агрессивной продукции 437
K.S. Shchekoldin, S.I. Shiyan, D.R. Kovalenko
 Mechanism of electrochemical protection of downhole
 equipment when producing highly watered aggressive production

ВВЕДЕНИЕ

17 апреля 2021 года Кубанский государственный технологический университет на базе кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов» института «Нефти, газа и энергетики» проводил II Международную научно-практическую конференцию «Наука. Новое поколение. Успех».

Перед участниками конференции была поставлена очень важная и актуальная задача: на основе последних достижений в областях механики грунтов, механики жидкости и газа, термодинамики, физики, химии и других смежных научных направлений – предложить фундаментальные основы для создания новых технологий разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений, добычи, транспортировки, переработки и хранения углеводородного сырья, ресурсосберегающих и экологически чистых технологий. Обсуждались результаты исследовательских и научно-прикладных работ по широкому кругу вопросов, а также актуальные вопросы и проблемы освоения углеводородного потенциала России.

Поиск путей решения поставленной перед участниками конференции задачи проводился по следующим секциям:

- нефтегазовое дело;
- геология и геофизика;
- механика грунтов;
- энергетика;
- экология и химическая технология;
- вопросы разработки новых научных и образовательных технологий.

Были представлены также обобщающие доклады, связанные с новыми научными подходами к решению проблем добычи, транспорта, переработки и хранения нефти и газа.

Статьи в настоящем сборнике расположены согласно алфавитному порядку фамилий авторов, представивших свои доклады на конференцию

В нефтегазовой научно-практической конференции приняли участие ученые ближнего и дальнего зарубежья, сотрудники, докторанты, аспиранты и студенты технических ВУЗов, работники нефтяных и газовых компаний.

Дирекция института «Нефти, газа и энергетики» и руководство кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов» Кубанский государственный технологический университет благодарят всех участников II Международной научно-практической конференции и авторов, представивших свои статьи в настоящий сборник.

ВСКРЫТИЕ И ОСВОЕНИЕ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА

OPENING AND DEVELOPMENT OF AN OIL RESERVOIR

Медведева Евгения Владимировна

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ewgmedwedewa@yandex.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные способы перфорации и вскрытия нефтяного пласта, описаны особенности каждого способа.

Ключевые слова: нефть, продуктивный пласт, перфорация, нефтегазовая смесь, давление, обсадная колонна.

Medvedeva Evgeniya Vladimirovna

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ewgmedwedewa@yandex.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Annotation. The main methods of perforating and opening an oil reservoir are considered, the features of each method are described.

Keywords: oil, reservoir, perforation, oil and gas mixture, pressure, casing.

Бурение скважины заканчивается вскрытием нефтяного пласта, т.е. сообщением нефтяного пласта со скважиной.

Нефтегазовая смесь в пласте находится под большим давлением, величина которого может быть заранее неизвестной. При давлении, превышающем давление столба жидкости, заполняющей скважину, может произойти выброс жидкости из ствола скважины и возникнет открытое фонтанирование, а попадание промывочной жидкости (в большинстве случаев это глинистый раствор) в нефтяной пласт забивает его каналы, ухудшая приток нефти в скважину.

Избежать фонтанных выбросов можно, предусмотрев установку на устье специальных устройств, перекрывающих ствол скважины – превенторов, или, применив промывочную жидкость высокой плотности.

Предотвращение проникновения раствора в нефтяной пласт добиваются путем введения в раствор различных компонентов, по свойствам близким к пластовой жидкости. Например, эмульсий на нефтяной основе.

Поскольку после вскрытия нефтяного пласта в скважину спускают обсадную колонну и цементируют ее, тем самым перекрывая и нефтяной пласт, возникает необходимость в повторном вскрытии пласта. Этого достигают посредством прострела колонны в интервале пласта специальными перфораторами, имеющими заряды на пороховой основе. Они спускаются в скважину на кабель-канате геофизической службой.

В настоящее время освоены и применяют несколько методов перфорации скважин.

– Пулевая перфорация скважин заключается в спуске в скважину на кабель – канате специальных устройств – перфораторов, в корпус которых встроены пороховые заряды с пулями. Получая электрический импульс с поверхности, заряды взрываются, сообщая пулям высокую скорость и большую пробивную силу. Она вызывает разрушение металлколонны цементного кольца. Количество отверстий в колонне и их расположение по толщине пласта заранее рассчитывается, поэтому иногда спускают гирлянду перфораторов. Давление горящих газов в стволе-камере может достигать 0,6 ... 0,8 тыс. МПа, что обеспечивает получение перфорационных отверстий диаметром до 20 мм и длиной 145 ... 350 мм.

Пули изготавливаются из легированной стали и для уменьшения трения при движении по камере покрываются медью или свинцом.

– Торпедная перфорация по принципу осуществления аналогична пулевой, только увеличен вес заряда с 4 ... 5 г. до 27 г. и в перфораторе применены горизонтальные стволы. Диаметр отверстий – 22 мм, глубина – 100 ... 160 мм, на 1 м толщины пласта выполняется до четырех отверстий.

– Кумулятивная перфорация – образование отверстий за счет направленного движения струи раскаленных вырывающихся из перфоратора со скоростью 6 ... 8 км/с давлением 0,15 ... 0,3 млн МПа. При этом образуется канал глубиной до 350 мм и диаметром 8 ... 14 мм. Максимальная толщина пласта, вскрываемая кумулятивным перфоратором за спуск до 30 м, торпедным – до 1 м, пулевым до 2,5 м. Количество порохового заряда – до 50 г.

– Гидропескоструйная перфорация – образование отверстий в колонне за счет абразивного воздействия песчано-жидкостной смеси, вырывающейся со скоростью до 300 м/с из калиброванных сопел с давлением 15 ... 30 МПа.

– Сверлящий перфоратор – устройство для образования фильтра посредством сверления отверстий. Перфорация получила название «щадящей», так как исключает повреждение колонны и цементного кольца, которые неминуемы при взрывных методах. Сверлящая перфорация обладает высокой точностью образования фильтра в требуемом интервале.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.

2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.

6. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.
11. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.
12. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненной транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.
13. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.
14. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Reducing loss of flowability of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
5. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
8. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
9. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
10. Analysis of technical state of apparatuses for gathering and preparation of well products and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar region / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.
11. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Improving the efficiency of oil and gas treatment processes by reducing foaming // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.
12. Adjustment of sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.
13. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of change in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.
14. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 178–180.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА СРАВНЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ПО ФАЗЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

**GENERAL CHARACTERISTICS OF THE METHOD
FOR COMPARING ELECTRICAL QUANTITIES IN PHASE
WHEN IMPLEMENTING MEASURING DEVICES OF RELAY PROTECTION**

Медведкин Владислав Игоревич

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vlad-medvedkin@mail.ru

Пшеничнов Евгений Александрович

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
pshenichnovea@gmail.com

Захаров Геннадий Александрович

старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
zakharovga@gmail.com

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены основные аспекты реализации измерительных органов релейной защиты использующих алгоритм сравнения двух электрических величин по амплитуде.

Ключевые слова: релейная защита, реле сопротивления, электрические величины, сравнение по фазе.

Medvedkin Vladislav Igorevich

Student of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
vlad-medvedkin@mail.ru

Pshenichnov Evgeniy Aleksadrovich

Student of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
pshenichnovea@gmail.com

Zakharov Gennadiy Aleksadrovich

Senior Teacher of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
zakharovga@gmail.com

Annotation. This article discusses the main aspects of the implementation of measuring devices of relay protection using an algorithm for comparing two electrical quantities in phase.

Keywords: relay protection, resistance relay, electric values, phase comparison.

Основными способами реализации алгоритма сравнения величин E_1 и E_2 по фазе являются сравнение времени совпадения знаков электрических величин с заданным, сравнении времени совпадения знаков этих величин с временем несовпадения, переключении знака одной из электрических величин в зависимости от знака другой и т.д.

Первые два из перечисленных способов наиболее популярны, представляют собой время – импульсный принцип [1], нашли отражения в реле сопротивления (РС) БРЭ 2801, а также реле направления мощности (РНМ) типа РМ 11, РМ 12 [2, 3].

На рисунке 1 приведена функциональная схема РС, устроенного на время-импульсном принципе. В ее состав входит блок формирователя импульсов напряжения (ФИН), принимающий сравниваемые электрические величины \underline{E}_1 и \underline{E}_2 и выдающий сигналы в виде импульсов напряжения, соответствующие времени совпадению входных величин по знаку t_c и времени несовпадения t_{nc} , блок РО, сравнивающий время прохождения полученных импульсов с временем уставки или друг с другом, а также блок ВЭ, формирующий сигнал срабатывания РС.

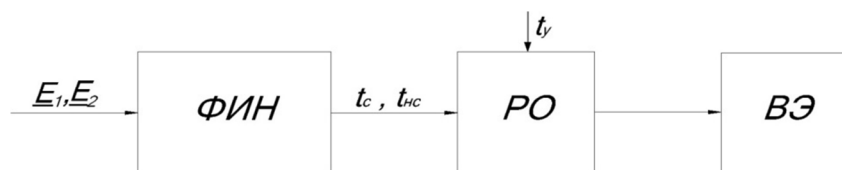


Рисунок 1 – Функциональная схема измерительного органа релейной защиты на время-импульсном принципе

На рисунке 2 приведены диаграммы поясняющие работу подобных устройств. На вход ФИН подаются величины $e_1(t) = E_{m1} \cdot \sin(\omega t)$ и $e_2(t) = E_{m2} \cdot \sin(\omega t - \varphi)$. Угол несовпадения данных величин соответствует углу сдвига фаз $\varphi_{in} = \varphi$, а угол совпадения – $\varphi_n = \pi - \varphi$. Разделив данные углы на значение циклической частоты (можно однозначно определить времена совпадения и несовпадения знаков входных величин t_c и t_{nc} . Условия срабатывания РС могут быть при этом записаны в виде: $t_{in} \geq t_y$, $t_n \geq t_y$ или $t_n \geq K \cdot t_{in}$. Для получения круговой характеристики реле сопротивления обычно используют уставку $t_y = \frac{T}{4} = 0,005$ с или $K = 1$.

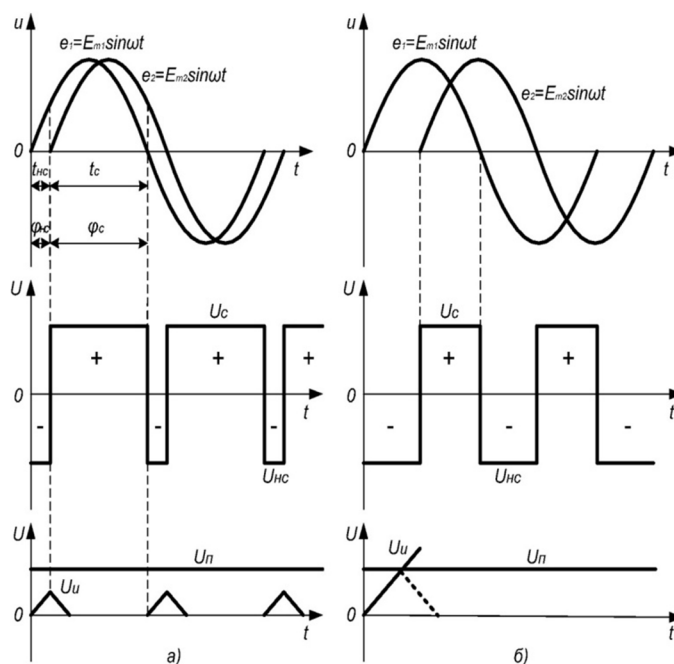


Рисунок 2 – Диаграммы работы РС со сравнением фаз электрических величин по время-импульсному принципу, при отсутствии (а) и наличии срабатывания (б)

Приведенные алгоритмы сравнения электрических величин по фазе разработаны для снижения собственного времени срабатывания по сравнению с аналогичными устройствами, использующими сравнение абсолютных значений электрических величин \underline{E}_1 и \underline{E}_2 . Так определение абсолютных значений \underline{E}_1 и \underline{E}_2 возможно только в пределах определенного интервала изменения их мгновенных значений, при этом разность их фаз, в принципе, может быть определена мгновенно.

Однако на практике, формирование сигнала срабатывания $U_{\text{и}}$ (рис. 2) РС под действием импульсов совпадения или несовпадения знаков электрических величин осуществляется путем перезарядки конденсаторов в составе блока РО, что снижает быстродействие органа. В несинусоидальном режиме, при искажении сигналов от измерительных ТТ, происходит смещение перехода через ноль мгновенных значений сравниваемых величин \underline{E}_1 и \underline{E}_2 , что приводит к искажению рабочих характеристик подобных РС. Данные недостатки являются характерными для данного класса устройств, накладывают существенные ограничения на их применение и в рамках используемых алгоритмов работы устранены быть не могут [4–11].

Литература:

1. Фабрикант В.Л. Основы теории построения измерительных органов релейной защиты и автоматики (органы с двумя электрическими величинами). – М. : Высшая школа, 1968. – 267 с.
2. Шнеерсон Э.М. Полупроводниковые реле сопротивления. – М. : Энергия, 1975. – 143 с.
3. Шнеерсон Э.М. Динамика сложных измерительных органов релейной защиты. – М. : Энергоатомиздат, 1981. – 208 с.
4. Захаров Г.А. Об улучшении работы систем электроснабжения с собственной генерацией при применении в составе дистанционных органов релейной защиты однофазных трансформаторов с вращающимся магнитным полем // Вестник СамГТУ. Техн. науки. – 2015. – № 1 (45). – С. 108–115.
5. Совершенствование релейной защиты генераторов малой мощности в автономных системах электроснабжения / Б.А. Коробейников [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 7. – С. 29–39.
6. Направленная токовая защита линий электропередач среднего напряжения на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем. / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 15. – С. 112–121.
7. Реле полного сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 108888 U1, 27.09.2011. Заявка № 2011113126/07 от 05.04.2011.
8. Захаров Г.А., Сидоров Д.И. Исследование влияния искажения входного сигнала тока на работу дистанционного органа на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем // В сборнике: Технические и технологические системы. Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС–15». ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова / Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2015. – С. 117–120.
9. Разработка дистанционного органа релейной защиты электрических сетей с комбинированной характеристикой срабатывания в виде усеченной окружности / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 1. – С. 1–9.
10. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для релейной защиты электрических сетей / Б.А. Коробейников [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2019. – № 5. – С. 99–106.
11. Реле сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 128408 U1, 20.05.2013. Заявка № 2012152767/07 от 06.12.2012.

Literature:

1. Fabrikant V.L. Fundamentals of the theory of measuring organs of relay protection and automatics (organs with two electric quantities). – M. : Higher School, 1968. – 267 p.
2. Schneerson E.M. Semiconductor resistance relays. – M. : Energy, 1975. – 143 p.
3. Schneerson E.M. Dynamics of the complex measuring organs of relay protection. – M. : Energoatomizdat, 1981. – 208 p.
4. Zakharov, G.A. About improvement of the electric power supply systems with an own generation at application of the single-phase transformers with a rotating magnetic field as the remote relay protection bodies // SamSTU Bulletin. Techn. Sciences. – 2015. – № 1 (45). – P. 108–115.
5. Improvement of relay protection of low-power generators in autonomous power supply systems / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2018. – № 7. – P. 29–39.
6. Directional current protection of medium-voltage power lines on the basis of converters with a rotating magnetic field. / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of Kuban State Technological University. – 2016. – № 15. – P. 112–121.
7. Relay of total resistance / B.A. Korobeinikov [et al.] // Patent for a useful model RU 108888 U1, 27.09.2011. Application № 2011113126/07 from 05.04.2011.
8. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Research of distortion influence of input current signal on operation of remote control based on converters with rotating magnetic field // In the collection: Technical and technological systems. Proceedings of the seventh international scientific conference «TTS–15». FGBOU VO «Kuban State Technological University». A.K. Serov Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots / Edited by B.H. Gaitov. – 2015. – P. 117–120.
9. Development of a remote body of relay protection of electric networks with a combined response characteristic in the form of a truncated circle / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2017. – № 1. – P. 1–9.
10. Identification of the parameters of multiphase current converter for relay protection of electric networks / B.A. Korobeinikov [et al.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2019. – № 5. – P. 99–106.
11. Resistance relay / B.A. Korobeinikov [et al.] // Useful model patent RU 128408 U1, 20.05.2013. Application № 2012152767/07 from 06.12.2012.

ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

LABOR RESOURCES DYNAMICS FORECASTING PROBLEM

Невечеря Артём Павлович

преподаватель кафедры «Математические и компьютерные методы»,
Кубанский государственный университет
artiom1989@mail.ru

Аннотация. Одни из основных проблем прогнозирования динамики трудовых ресурсов на многоотраслевом рынке труда: необходимость использования факторов, сведения о которых не содержатся в статистике Федеральной службы государственной статистики; высокая агрегированность отраслей экономики. В данной работе рассматривается подход к прогнозированию динамики трудовых ресурсов, решающий данные проблемы; сравнивается эффективность рассматриваемого подхода с подходом прогнозирования непосредственно по показателям рынка труда.

Ключевые слова: рынок труда, прогнозирование, многоотраслевая балансовая модель, динамика трудовых ресурсов.

Nevecherya Artyom Pavlovich

Lecturer at the Department of Mathematical and Computer Methods,
Kuban State University
artiom1989@mail.ru

Annotation. One of the main problems of forecasting the dynamics of labor resources in the multisectoral labor market are: the need to use subjectively assessed economic factors; high aggregation of sectors of the economy. This paper discusses an approach to forecasting the dynamics of labor resources, which solves these problems, compares the effectiveness of the approach under consideration with the approach of forecasting directly on the indicators of the labor market.

Keywords: labor market, forecasting, multisectoral balance model, labor force dynamics.

В достоверных краткосрочных и среднесрочных прогнозах трудовых ресурсов по отраслям народного хозяйства заинтересованы все субъекты, так или иначе влияющие на динамику рынка труда. Надёжные прогнозы способны обеспечить принятие более взвешенных управленческих решений, связанных, например, с областью образования и профессиональной подготовкой. Работодателю может понадобиться прогноз трудовых ресурсов при планировании инвестиций в человеческий капитал. Также потенциальный работник может оказаться заинтересованным в достоверном прогнозе при выборе вида профессиональной деятельности, так как избыточное предложение трудовых ресурсов в области подготовки работника уменьшит его шансы на получение работы.

Одним из наиболее распространённых подходов к прогнозированию динамики трудовых ресурсов является прогнозирование непосредственно по показателям рынка труда. В этом случае, значение конкретного показателя рынка труда – количество занятых в отрасли народного хозяйства или безработных с последней занятостью в отрасли – рассчитывается с помощью параметризованного тренда на основе значений этого же показателя за предыдущие годы. К достоинствам такого подхода помимо простоты применения следует отнести то, что при прогнозировании используются только статистические данные по конкретному показателю рынка труда, – не используются субъективно оцениваемые факторы, способные повлиять на динамику этого показателя. Недо-

статком подхода является его низкая эффективность при прогнозировании динамики агрегированных показателей многоотраслевого рынка труда: одна отрасль народного хозяйства может объединять несколько различных сфер деятельности, динамика трудовых ресурсов в каждой из которых описывается с помощью различных видов тренда; в этом случае моделирование общей динамики в данной отрасли с помощью одной линии тренда приводит к потере точности описания динамики трудовых ресурсов в данной отрасли и, как следствие, – к снижению надёжности прогноза.

Для устранения проблемы высокой агрегированности показателей практикуется применение декомпозиции исследуемого многоотраслевого рынка труда. Как правило, декомпозиция сопряжена с включением дополнительных факторов в модель динамики трудовых ресурсов, сведения о которых не содержатся в данных Федеральной службы государственной статистики. Погрешности, возникающие при оценке таких факторов, приводят к уменьшению точности прогноза.

Рассмотрим балансовую математическую модель межотраслевых перемещений трудовых ресурсов [1, 2]. В данной модели описывается взаимосвязь $2n$ показателей рынка труда с $n^2 + 4n + 1$ показателями межотраслевых перемещений трудовых ресурсов [2]. Показатели межотраслевых перемещений трудовых ресурсов представляют собой детальное описание динамики трудовых ресурсов и могут быть вычислены с помощью балансовой модели на основе данных по отраслевой занятости и безработице [3].

Прогнозирование показателей межотраслевых перемещений трудовых ресурсов осуществляется с помощью определяемого для каждого показателя межотраслевых перемещений типа тренда. Прогнозные значения показателей рынка труда вычисляются с помощью балансовой математической модели на основе прогнозных значений показателей межотраслевых перемещений [2].

Сравним надёжность прогнозирования с помощью балансовой математической модели с надёжностью прогнозирования непосредственно по показателям рынка труда (табл. 1).

В таблице 1 в ячейке на пересечении строки i и столбца j содержится количество ненадёжных прогнозов занятости в i -й отрасли при использовании подхода к прогнозированию № j . Прогноз считался ненадёжным, если погрешность прогноза превосходила 2 %.

В соответствии с первой редакции общероссийского классификатора видов экономической деятельности рассматривались следующие отрасли:

- № 1 – «Сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство»;
- № 2 – «Добыча полезных ископаемых»;
- № 3 – «Обрабатывающие производства»;
- № 4 – «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды»;
- № 5 – «Строительство»;
- № 6 – «Оптовая и розничная торговля, ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования, гостиницы и рестораны»;
- № 7 – «Транспорт и связь»;
- № 8 – «Финансовая деятельность, операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг»;
- № 9 – «Государственное управление и обеспечение военной безопасности, социальное обеспечение»;
- № 10 – «Образование»;
- № 11 – «Здравоохранение и предоставление социальных услуг»;
- № 12 – «Другие виды экономической деятельности».

Использовались следующие подходы к прогнозированию:

- № 1 – прогнозирование непосредственно по показателям рынка труда с помощью модели константного тренда;
- № 2 – прогнозирование с помощью балансовой модели константного тренда;
- № 3 – прогнозирование непосредственно по показателям рынка труда с помощью модели выбора тренда;
- № 4 – прогнозирование с помощью балансовой модели с выбором тренда.

Прогноз количества занятых в каждой отрасли каждым из рассматриваемых подходов осуществлялся 6 раз: на конец 2011 г., на конец 2012 г., и т.д., на конец 2016 г.

После 2016 года вступила в силу вторая редакция общероссийского классификатора видов экономической деятельности, в соответствии с которой рынок труда Российской Федерации подразделяется уже на 20 отраслей; в связи с этим прогноз на 2017 и более поздние года не производился.

Таблица 1 – Таблица надёжности прогнозирования показателей рынка труда

№	2011 – 2016			
	1	2	3	4
1	3	2	1	2
2	3	3	4	2
3	0	1	0	0
4	3	2	2	3
5	2	1	2	2
6	2	0	2	0
7	2	0	1	0
8	4	1	2	2
9	4	2	5	1
10	1	0	1	0
11	2	2	2	0
12	4	2	1	1
Итого	30	16	23	13

Из таблицы следует, что прогнозирование динамики трудовых ресурсов с помощью балансовой математической модели надёжнее прогнозирования непосредственно по показателям рынка труда.

При прогнозировании с помощью балансовой математической модели используются только сведения о показателях рынка труда, предоставляемые Федеральной службой государственной статистики; проблема влияния агрегированности отраслей народного хозяйства на точность трендов показателей рынка труда решается переходом к построению трендов показателей межотраслевых перемещений трудовых ресурсов, включённых в балансовую математическую модель.

Таким образом, прогнозирование динамики трудовых ресурсов многоотраслевого рынка труда с помощью балансовой математической модели предпочтительнее прогнозирования непосредственно по показателям рынка труда.

Литература:

1. Невечеря А.П. Исследование динамики трудовых ресурсов на основе многоотраслевой математической модели рынка труда // Экономика и математические методы, 2016. – Т. 52. – № 2. – С. 129–140.
2. Дроботенко М.И., Невечеря А.П. Прогнозирование динамики трудовых ресурсов на многоотраслевом рынке труда // Компьютерные исследования и моделирование. – 2021. – Т. 13. – № 1. – С. 235–250.
3. Невечеря А.П. Численный алгоритм в задаче самоорганизации трудовых ресурсов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 04 (118). – С. 1333–1349.

Literature:

1. Nevecherya A.P. The study of the dynamics of labor resources on the basis of multi-branch mathematical model of the labor market // Economics and mathematical methods, 2016. – Vol. 52. – № 2. – P. 129–140.
2. Drobotenko M.I., Nevecherya A.P. Forecasting the dynamics of labor resources in the multi-branch labor market // Computer Research and Modeling. – 2021. – Vol. 13. – № 1. – P. 235–250.
3. Nevecherya A.P. Numerical algorithm in the problem of self-organization of labor resources // Polythematic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University. – 2016. – № 04 (118). – P. 1333–1349.

**ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА СПОСОБА ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФОВОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ И СПОСОБА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДОБЫЧИ
УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ**

**FEATURES OF CHOOSING A METHOD FOR DEVELOPING
A SHELF DEPOSIT AND A METHOD FOR MECHANIZED
PRODUCTION OF HYDROCARBONS**

Нелин Антон Константинович

студент
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aknelin@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Медведева Евгения Владимировна

студент
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ewgmedwedewa@ya.ru

Шаблий Илья Игоревич

ведущий специалист
ООО «РН – Морской терминал Туапсе»
ilyashabliy0209@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды морских промыслов, а также различные способы освоения морских месторождений нефти и газа. Проведен сравнительный анализ способов механизированной добычи: газлифт и откачка погружными электрическими насосами.

Ключевые слова: шельфовое месторождение, механизированная добыча, дебит скважины, газлифтный способ эксплуатации, электроцентробежный насос, режим работы скважин, забой скважины.

Nelin Anton Konstantinovich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
aknelin@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Medvedeva Evgeniya Vladimirovna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ewgmedwedewa@ya.ru

Shablii Ilya Igorevich

Leading Specialistshipper
«Rosneft – Morskoj terminal Tuapse» LLC
ilyashabliy0209@gmail.com

Annotation. This article discusses the main types of offshore fields, as well as various ways of developing offshore oil and gas fields. Comparative analysis of artificial lift methods: gas lift and pumping by submersible electric pumps is carried out.

Keywords: shelf field, artificial lift, well flow rate, gas-lift method of operation, electric centrifugal pump, well operation mode, well bottom.

На сегодняшний день современные морские нефтегазодобывающие промыслы представляют собой высокомеханизированные и автоматизированные комплексы для бурения и эксплуатации скважин, сбора, подготовки и транспортирования нефти и газа на берег по трубопроводам или танкерами.

Существуют следующие виды морских промыслов:

- надземный или надводный;
- подводный;
- подземный (туннельно-шахтный);
- комбинированный, представляющий различные сочетания первых трех видов.

При организации надземного или надводного промысла освоение морских месторождений нефти и газа осуществляют следующими способами:

- разбуриванием и эксплуатацией подводных залежей нефти и газа наклонными скважинами, закладываемыми на берегу;
- образованием искусственной суши путем сплошной засыпки дна моря на участке нефтегазоносной площади и размещением на ней промысловых объектов;
- осушением дна моря на участке нефтегазоносной территории;
- осушением дна моря на участке месторождения с помощью постройки оградительной дамбы с последующей откачкой воды;
- сооружением морских эстакад с приэстакадными площадками;
- строительством морских стационарных нефтегазопромысловых платформ;
- бурением морских скважин с основаниями островного типа в комбинации с тендерными судами;
- проходкой скважин со специально сконструированных плавучих платформ и плавсредств.

При организации подводного промысла морские месторождения нефти и газа осваивают с помощью бурения скважин с плавучих буровых установок с подводным заканчиванием устьев скважин и размещением объектов добычи, сбора, подготовки и транспорта нефти и газа непосредственно на дне моря или плавучем либо стационарном основании.

Управление режимом работы скважин и подводных комплексов осуществляют дистанционно с близлежащей стационарной или плавучей платформы.

При организации подземного промысла морские месторождения нефти и газа осваивают с помощью туннельно-шахтной системы, которая включает буровые кусты, транспортный тоннель, связывающий их между собой и с береговой рампой, и соединительные камеры для обеспечения разъезда транспортных средств и разводки коммуникаций из тоннеля в буровые кусты.

Процесс освоения нефтегазового месторождения может быть интенсифицирован за счет организации и применения комбинированного морского промысла, например, сочетания подводного заканчивания устьев скважин на подводных комплексах с размещением основных производственных объектов обустройства промысла и управления на технологических платформах.

При разработке морских нефтегазовых месторождений, как правило, сравнительно редко применяют только один из перечисленных выше методов.

Обычно используют комбинированные способы сооружения морских промыслов.

Например, сочетают надводный промысел с подводным устьевым заканчиванием скважин на кустовом комплексе. Надводную часть устанавливают на ледостойких платформах, на которых размещают буровые и эксплуатационные скважины, а также систему дистанционного управления оборудованием устьев подводных скважин.

Также в рамках проектов разработки и освоения подводного промысла, как правило, рассматриваются возможности и целесообразность использования различных способов механизированной добычи.

Механизированная добыча (механизированный лифт) применяется в тех случаях, когда давление в нефтяном коллекторе снижается настолько, что уже не может обеспечивать экономически оптимальный отбор из скважины за счет природной энергии. Наиболее распространены следующие методы механизированной добычи:

- газлифт;
- плунжерный лифт;
- добыча штанговыми насосами;
- откачка пневматическими и гидравлическими насосами;
- откачка роторными насосами;
- откачка гидравлическими глубинными насосами;
- откачка электрическими погружными насосами.

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки.

В скважинах, где давление в коллекторе или давление растворенного газа слишком мало, чтобы создавать фонтанирование, поток жидкости может поддерживаться искусственным методом – газлифтом.

Существует множество вариаций газлифтной системы, но основной принцип заключается в том, чтобы брать газ из внешнего источника и закачивать его в добываемые жидкости, проходящие по насосно-компрессорной колонне, т.е. сущность газлифтного способа эксплуатации заключается в подъеме продукции скважины за счёт подачи в неё необходимого количества сжатого газообразного рабочего агента.

Скважину, в которую закачивают под давлением углеводородный газ (в особых случаях – азот или углекислый газ) с целью использования энергии этого газа для подъема продукции скважины на дневную поверхность, называют газлифтной, при закачке для этой же цели воздуха – эрлифтной (в последнее время воздух запрещено закачивать в скважины по условиям техники безопасности).

Газлифтный способ эксплуатации скважин позволяет регулировать дебит в широком диапазоне посредством изменения режима закачки газа. Объемы ресурсов сжатого газа позволяют применять газлифтный способ для достижения проектных уровней добычи; необходимое давление нагнетания газлифтного газа обеспечивается системой закачки.

С учетом повышенного газового фактора и высокого давления насыщения, равного давлению более глубоких пластов, газлифтный способ добычи более эффективен, чем ЭЦН. Это связано с тем, что в результате расширения газовой шапки в процессе эксплуатации месторождения газовый фактор добываемой нефти значительно превысит исходную газонасыщенность пластовой нефти, что отрицательно скажется на работе насосов. Возможен также переход некоторых из них на фонтанирование, что при газлифте происходит без сложностей.

Выбор газлифтного способа добычи часто бывает обусловлен уникальной конструкцией скважин шельфовых месторождений – короткий вертикальный участок (500–800 м) и протяженный наклонный ствол (с отходом от вертикали до 12 км), что ограничивает эксплуатационные возможности насосов.

Газлифтное оборудование может быть установлено при выполнении начального этапа работ по заканчиванию скважин, без ограничения пропускной способности лифта; обеспечивается возможность спуска инструментов для подземных ремонтов или каротажных приборов через лифтовую колонну на забой.

Капитальные затраты, связанные с эксплуатацией скважин посредством ЭЦН или струйных насосов выше, чем для газлифта. Для сборки и спуска в скважины ЭЦН необходима подъемная установка для капремонта скважин.

Таким образом, в ходе разработки и освоения шельфового месторождения, значимую роль играет выбранный способ организации добычи углеводородного сырья, а также способ механизации данного процесса.

Литература:

1. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.
2. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.
3. Савенок О.В., Ладенко А.А. Разработка нефтяных и газовых месторождений. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2019. – 275 с.
4. Кусов Г.В., Савенок О.В. Методы борьбы с АСПО на месторождениях ООО «РН – Краснодарнефтегаз» на примере Успенского и Горячеключевского участков // Строительство и ремонт скважин – 2010 // Сборник докладов Международной научно-практической конференции (27 сентября – 02 октября 2010 года, Геленджик, Краснодарский край); ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо». – Краснодар : ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2010. – С. 147–150.
5. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.
6. Шиян С.И., Омельченко Н.Н. Варианты реинжиниринга при реконструкции производственных объектов системы сбора, транспортировки и подготовки нефти, газа и воды Ивановского месторождения // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 34–42.
7. Техника и технология восстановления продуктивности скважины № 1273 Уренгойского месторождения путём зарезки бокового ствола / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 248–266.
8. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.
9. Шиян С.И., Мунтян В.С. Перспективы разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения с применением энерго- и ресурсосберегающих технологий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 289–299.
10. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.

Literature:

1. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Scientific bases and practice of oil and gas wells development. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2016. – 576 p.
2. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.]. – Novocherkassk : Publishing House «Lik», 2018. – 292 p.

3. Savenok O.V., Ladenko A.A. Development of oil and gas fields. – Krasnodar: Izd. FGBOU VO «KubGTU», 2019. – 275 p.
4. Kusov G.V., Savenok O.V. Methods of struggle against ARPD in the fields of OOO RN – Krasnodarneftegaz by the example of Uspenskiy and Goryacheklyuchevskiy areas. Well construction and repair – 2010 // Collection of reports of the International scientific-practical conference (27 September – 02 October 2010, Gelendzhik, Krasnodar region); Nitpo research-production firm. – Krasnodar : Scientific-Production Firm «Nitpo», 2010. – P. 147–150.
5. Gutsu A.S., Shiyani S.I. Analysis of current state and re-prospects of Lebedinskoye gas field development // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
6. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Reengineering options for reconstruction of production facilities of the system of gathering, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovskoye field // Engineer-neftyanik. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
7. Technique and technology of restoration of productivity of the well № 1273 of Urengoyevskoye field by sidetracking / E.A. Kholopov [et al.] // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
8. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of reservoir pressure maintenance system regulation at the Abino–Ukrainian field // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
9. Shiyani S.I., Muntian V.S. Prospects for the development of the North–Tarasovskoye oil field with the use of energy- and resource-saving technologies // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 2. – P. 289–299.
10. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of sidetracks in Krasnovskoye gas and oil field // Science and Technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.

**РАЗРАБОТКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НОВЫХ
ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ
НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМ. Ю. КОРЧАГИНА**

**DEVELOPMENT AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF
NEW SHELF DEPOSITS IN RUSSIA ON THE EXAMPLE OF
THE DEPOSIT NAMED Yu. KORCHAGIN**

Нелин Антон Константинович

студент
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aknelin@mail.ru

Медведева Евгения Владимировна

студент
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ewgmedwedewa@ya.ru

Шутов Дмитрий Васильевич

инженер по планированию ремонта и обслуживанию оборудования,
интегрированный комплекс по добыче природного газа и конденсата,
подготовке сжиженного газа, отгрузке СПГ и газового конденсата,
Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения
ПАО «НОВАТЭК» ООО «ЯМАЛ СПГ»
dm-shutov72@inbox.ru

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена актуальному на сегодняшний день вопросу добычи нефти и газа в море. Морская добыча нефти является важнейшим компонентом мирового энергоснабжения. Поскольку России принадлежит самый обширный в мире шельф, где находится множество месторождений, развитие морской добычи является крайне перспективным для российской нефтегазовой отрасли. Морская добыча нефти в России – важный элемент технологического прогресса и создания резерва гибкости на будущее, а в ряде случаев она может быть эффективней разработки месторождений в удаленных районах. В данной статье рассмотрены особенности разработки и перспективы развития шельфовых месторождений России на примере нефтегазоконденсатного месторождения им. Ю. Корчагина.

Ключевые слова: шельф, месторождение, добыча, углеводороды, шельфовый проект, морское дно.

Nelin Anton Konstantinovich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
aknelin@mail.ru

Medvedeva Evgeniya Vladimirovna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ewgmedwedewa@ya.ru

Shutov Dmitry Vasilievich

Planning Engineer Maintenance Department
Integrated Facility for Production, Processing, Liquefaction, Lng and
Gas Condensate Loading from the South Tambeyskoye Gas and Condensate Field
«NOVATEK» PJSC «Yamal LNG» LLC
dm-shutov72@inbox.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences
Associate Professor of Oil and Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Annotation. This article is devoted to the current issue of oil and gas production in the sea. Offshore oil production is a critical component of the world's energy supply. Since Russia owns the world's most extensive shelf, where many fields are located, the development of offshore production is extremely promising for the Russian oil and gas industry. Offshore oil production in Russia is an important element of technological progress and the creation of a reserve of flexibility for the future, and in some cases it can be more effective than the development of fields in remote areas. This article examines the features of the development and prospects for the development of offshore fields in Russia on the example of the oil and gas condensate field. Yuri Korchagin.

Keywords: shelf, field, production, hydrocarbons, shelf project, seabed.

Постепенное истощение запасов нефти и газа на суше и обострение мирового энергетического кризиса обусловило необходимость все более и более широкого освоения нефтегазовых ресурсов морского дна, в недрах которого сосредоточено почти в 3 раза больше нефти и газа, чем на суше. Около 22 % площади Мирового океана (примерно 80,6 млн км²) занимает водная окраина материков, состоящая из трех зон: шельфа, материкового склона и подножья. Из общей площади дна морей и океанов перспективны на нефть и газ около 75 млн км² (примерно 21 %), в том числе на шельфе 19,3 млн км², на материковом склоне 20,4 млн км² и в пределах материкового подножья – 35 млн км². Наиболее доступной является шельфовая зона.

Под шельфом понимается выровненная часть подводной окраины материков с незначительным уклоном, примыкающая к суше и характеризующаяся общим с ней геологическим строением.

Одним из главных направлений развития ресурсной базы углеводородов в России являются шельфовые проекты. Одним из таких проектов, запущенных в недавнее время является месторождение им. Ю. Корчагина.

Месторождение Корчагина было открыто в двухтысячном году. Оно было названо в честь Корчагина Ю.С., который был руководителем аппарата Совета директоров в компании Лукойл. В эксплуатацию месторождение было введено в апреле 2010 года.

Весной этого же года на месторождении получена первая промышленная нефть. Разработка месторождения осуществляется системой горизонтальных скважин сверхпротяженной длины более 5 км, что является уникальным для Российской Федерации. Радиальное размещение скважин позволяет добиться одновременного вскрытия всех продуктивных пластов.

Также на месторождении им. Ю. Корчагина зафиксирован мировой рекорд в бурении горизонтальных скважин. Так, при бурении скважины № 108 был установлен новый мировой рекорд по количеству пройденных метров в бурении с большим смещением забоя – 4908 м.

Нефтегазоконденсатное месторождение разрабатывалось в две очереди.

Первая очередь месторождения, введенная в эксплуатацию в 2010 году, включает морскую ледостойкую стационарную платформу, платформу жилого модуля, а также морской перегрузочный комплекс, который использовался для отгрузки продукции.

Вторая очередь обустройства месторождения включает блок-кондуктор, подводные трубопроводы и силовые кабели для соединения с ледостойкой стационарной платформой первой очереди.

Конструкция скважин состоит из эксплуатационной колонны с наружным диаметром 244,5 мм, спущенной до кровли продуктивного пласта и подвешенном на пакере фильтра-хвостовика диаметром 177,8 мм, оборудованном системой противопесочных элементов, с заколонными разбухающими пакерами.

Общий фонд пробуренных на месторождении скважин составляет 17, из которых 10 находятся в добывающем фонде, одна водоагнетательная, две газонагнетательные и четыре поисково-оценочные скважины. Все добывающие скважины эксплуатируются фонтанным способом.

Месторождение им. Ю. Корчагина расположено в центре северной части Каспийского моря в 175 км от г. Астрахань. Северное побережье Каспийского моря включает в себя территорию Астраханской области в центральной части; восточная часть принадлежит Казахстану; западная часть является территорией республики Калмыкия; юго-западная – территорией Дагестана.

Северный Каспий является самой мелководной частью Каспийского моря. Максимальная глубина 26 м. Северная часть Каспийского моря находится в полосе континентального умеренного климата. Характерные черты климата – преобладание антициклональных условий погоды, сухие ветры, резкие изменения температуры воздуха.

Среднегодовая температура – плюс 10,1 °С. Летний максимум – плюс 36 °С, зимний минимум – минус 32 °С. Среднемесячная летняя температура (июль–август) – плюс 24–26 °С. Температура поверхностного слоя воды в этот период – плюс 24 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 145 мм.

Ледообразование в акватории начинается в ноябре-декабре, в суровые зимы замерзает вся акватория Северного Каспия, отмечается интенсивное торосообразование. С конца января по март происходит дрейф плавучего льда. Лед сходит в марте-апреле.

Глубина промерзания воды от 0,4–0,6 до 1,3 м. С ноября по февраль может наблюдаться морское брызговое обледенение.

Колебания уровня моря, вызываемые сгонно-нагонными явлениями, в различных районах моря проявляются неодинаково. Наибольшие наблюдаются в мелководной северной части, где под влиянием восточных и юго-восточных штормовых ветров, сгонно-нагонные колебания уровня моря могут меняться довольно резко: повышаться на 2,0–4,5 м при нагонах и понижаться на 1,0–2,5 м при сгонах. Средняя продолжительность нагонов и сгонов составляет от 10–12 до 24 часов, редко – 48 часов.

Вышеперечисленные неблагоприятные погодные условия осложняют разработку месторождений на шельфе Каспийского моря.

Таким образом, анализ месторождения им. Ю. Корчагина показал, что шельфовые месторождения относятся к месторождениям с трудноизвлекаемыми запасами, для разработки которых, характерно использование методов усовершенствованной нефтеотдачи, объединяющий собой все известные методы и технологии более эффективного нефтеизвлечения.

Литература:

1. Березовский Д.А., Савенок О.В. Анализ осложнений при эксплуатации газовых месторождений на завершающей стадии и разработка метода прогнозирования состояния пород-коллекторов на основе методов междисциплинарного моделирования // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 1. – С. 26–34.
2. Разработка физико-химических моделей и методов прогнозирования состояния пород-коллекторов / Д.А. Березовский [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 84–86.
3. Березовский Д.А., Савенок О.В., Кусов Г.В. Закономерности и изменения свойств нефти и газа в залежах и месторождениях // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 1. – С. 114–119.
4. Ладенко А.А., Савенок О.В. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений. – М. : Инфра-Инженерия, 2020. – 244 с.
5. Гуцу А.С., Шиян С. И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.
6. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.
7. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.
8. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.

Literature:

1. Berezovsky D.A., Savenok O.V. Analysis of complications in the operation of gas fields at the final stage and the development of methods for predicting the state of reservoir rocks on the basis of interdisciplinary modeling methods // Nauka. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2014. – № 1. – P. 26–34.
2. Development of physical and chemical models and methods of forecasting the state of reservoir rocks / D.A. Berezovsky [et al.]. – 2014. – № 9. – P. 84–86.
3. Berezovsky D.A., Savenok O.V., Kusov G.V. Regularities and changes in the properties of oil and gas in reservoirs and fields // Bulatov Readings. – 2019. – Vol. 1. – P. 114–119.
4. Ladenko A.A., Savenok O.V. Theoretical bases of development of oil and gas fields. – M. : Infra-Engineering, 2020. – 244 p.
5. Gutsu A.S., Shiyani S.I. Analysis of the current state and development prospects of Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
6. Sukhin A.A., Shiyani S.I. Analysis of methods of hydrates control at Astrakhanskoye gas condensate field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
7. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of reservoir pressure maintenance system regulation in the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
8. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of sidetracks in Krasnovskoye gas and oil field // Science and Technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.

**АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ШУМА ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ
В БЛОЧНО-КОНТЕЙНЕРНОМ ИСПОЛНЕНИИ**

**ANALYSIS OF NOISE SOURCES FOR GAS-PUMPING UNITS
IN BLOCK-CONTAINER DESIGN**

Нелин Антон Константинович

студент
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aknelin@mail.ru

Дубов Виталий Викторович

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ngpkubgty@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ шумовых характеристик агрегатов блочно-контейнерного исполнения, описаны основные направления защиты от шума ГПА.

Ключевые слова: шум, газоперекачивающие агрегаты, свободная турбина, шум шахты, спектр, звукоизолирующий кожух, компрессор.

Nelin Anton Konstantinovich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
aknelin@mail.ru

Dubov Vitaliy Viktorovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ngpkubgty@mail.ru

Annotation. The analysis of the noise characteristics of the block-container units is carried out, the main directions of protection against the noise of the GPU are described.

Keywords: noise, gas pumping units, free turbine, mine noise, spectrum, sound insulating casing, compressor.

Газоперекачивающие агрегаты в блочно-контейнерном исполнении широко используются для транспортировки природного газа.

Одновременно с большими преимуществами агрегаты этого типа имеют существенный недостаток – высокий уровень звуковой мощности.

В результате многолетних исследований, направленных на снижение уровней шума агрегатов типа ГПА-Ц–6,3, ГПА-Ц–16, ГПА-Ц–25 различных модификаций, достигнуты значительные результаты по улучшению их шумовых характеристик.

Снижение шума и улучшение условий труда при обслуживании агрегатов осуществляется совместно с заводами – изготовителями при создании новых типов ГПА, при проектировании компрессорных станций совместно с проектными институтами, а также эксплуатации этих ГПА на предприятиях.

Главным источником шума ГТД является многоступенчатый компрессор, расположенный на всасывании двигателя. В излучение корпуса и нагнетательного тракта ГТД добавляется также шум камеры сгорания и шум свободной турбины (СТ). В некоторых случаях, когда протяженность выхлопного тракта достаточно велика, а это обычно встречается, когда выхлоп из улитки после СТ направлен горизонтально, излучение выхлопного тракта составляет весомую часть в общей излучаемой мощности ГТД. Спектр шума на всасывании двигателя в основном высокочастотный и определяется частотными составляющими, излучаемыми первой ступенью компрессора с частотой

$$f_n = \frac{n \cdot z}{60}, \quad (1)$$

где n – частота вращения первой ступени компрессора, мин^{-1} ; z – число лопаток первой ступени компрессора.

Аналогично определяется и основная лопаточная частота СТ

Шум камеры сгорания носит низкочастотный характер и определяется процессами сгорания топлива.

Шум компрессора ГПА носит широкополосный характер с явными дискретными составляющими, которые обусловлены взаимодействием лопаток колес с неподвижными элементами проточной части компрессора.

Основной составляющей шума компрессора является аэродинамический шум, связанный с вихреобразованием в проточной части и носящий широкополосный характер. Как правило, он лежит в диапазоне частот от 3–4 до 8–10 кГц. Интенсивность, как дискретных составляющих, так и широкополосного аэродинамического шума, определяется в значительной мере качеством проектирования проточной части и режимом работы компрессора.

Шум вентиляторов в отдельных случаях оказывает сильное влияние на шум ГПА в целом, особенно в зоне, прилегающей непосредственно к агрегату. Как правило, вентиляторы используются для охлаждения отсеков двигателя и компрессора, охлаждения масла, циркулирующего в системах смазки двигателя и компрессора. В некоторых случаях для обдува холодильников масла используется до 10 вентиляторов, сосредоточенных в блоках охлаждения, и поэтому, как правило, в зоне обслуживания у передней части агрегата, где располагаются обычно блоки охлаждения масла, наблюдается зона повышенного шума, создаваемого вентиляторами.

Спектр шума вентиляторов носит смешанный характер и обусловлен широкополосным фоном и дискретными составляющими, накладываемыми на него.

Широкополосный шум объясняется срывом вихрей и турбулентным потоком, набегающим на неподвижные элементы проточной части.

Дискретные составляющие определяются периодическими переменными силами, возникающими в результате взаимодействия подвижных и неподвижных элементов проточной части конструкции вентиляторов.

Рассмотренные источники шума являются первичными, и часть звуковой энергии от них попадает непосредственно в окружающее агрегат пространство.

Вторичные источники шума сами по себе не являются возбудителями колебаний в окружающей среде, но из-за передачи энергии колебаний через воздух и конструкции агрегата на стенки и крышу контейнера, трубопроводы обвязки, они также являются источниками акустической энергии.

На основе анализа источников, рассмотрены источники шума наиболее распространенного агрегата в блочно-контейнерной компоновки ГПА-Ц–6,3. Для выявления источников шума проводились измерения шума узлов агрегата.

Точки измерения располагались на расстоянии 1 м от поверхности агрегата равномерно по его периметру на высоте 1, 2, 3, 4 и 5 м от уровня земли. Установлено, что тракт всасывания является интенсивным, преобладающим над другими источниками шума в октавной полосе частот 1000 Гц на высоте 1 и 2 м, 2000 Гц, 4000 Гц и 8000 Гц –

на высоте 1, 2, 3, 4 м, причем максимальная интенсивность излучения наблюдается на высоте 2 м, т.е. там, где расположен срез шахты всасывания.

Шахта выхлопа агрегата превалирует над другими источниками шума в октавной полосе 125 Гц на высоте 5 м, а в октавных полосах частот 250 ... 2 000 Гц совместно с шумом контейнера на всех высотах.

В октавных полосах частот 4000 Гц и 8000 Гц на всех высотах проявляется шум спектра вентиляторов обдува свободной турбины. Однако этот источник шума по уровню звуковой мощности ниже, чем всасывание, выхлоп и контейнер.

Методом идентификации источников установлено, что наибольшее влияние на шумовые условия в зоне отдыха и в центре промплощадки оказывает шум выхлопа, нагнетания, технологической обвязки трубопроводов.

Шум всасывания наиболее значительно проявляется на расстоянии до 10 м от среза шахты всасывания. В зоне обслуживания сбоку от агрегатов значительную роль играет шум контейнера и всасывания в октаве 4000 Гц. На расстоянии 4 м от контейнера шум всасывания доминирует.

Шум шахты выхлопа проявляется по всем направлениям до 1000 м в октавных полосах частот 63 и 125 Гц. Шум контейнера и трубопроводов технологической обвязки нагнетателей проявляется на расстоянии до 500 м в направлении от нагнетателя и в боковых направлениях в октавной полосе около 2 000 Гц.

Конструкция агрегата ГПА-Ц-16С, в котором в качестве привода компрессора используется двигатель ДГ-90Л судового типа, отличается от конструкций агрегатов, использующих авиационные ГТД.

Во-первых, ГТД имеет специальный звукоизолирующий кожух, что создает благоприятные возможности для обеспечения снижения шума вокруг агрегата до требуемых норм.

Во-вторых, все узлы агрегата выполнены более массивными, по этой причине двигатель имеет несколько лучшие шумовые и вибрационные характеристики. Его габариты, с учетом изолирующего кожуха, больше, поэтому и габариты контейнера агрегата несколько увеличены.

При работе двигателя обеспечиваются следующие максимальные октавные уровни звуковой мощности (УЗМ) различных частей двигателя, которые приведены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Уровни звуковой мощности различных частей двигателей ДГ-90Л

Наименование узла	УЗМ, дБ, в октавных полосах частот, Гц								
	1,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
На всасывании	125	126	127	125	126	125	141	141	138
На выхлопе	136	137	140	140	139	136	135	134	129
Корпус ГТД	112	114	120	124	122	127	127	130	130
Кожух ГТД	112	114	110	104	95	91	89	91	84

Таблица 2 – Шумовые характеристики корпуса компрессора

Частота, Гц	31,5	63	125	50	500	1000	2000	4000	8000
УЗД, дБ	94	96	92	90	92	101	97	87	83

Таблица 3 – Шумовые характеристики вентиляторов маслоохладителей

Частота, Гц	1,5	63	125	250	1000	2000	4000	8000
УЗД, дБ	88	90	96	97	93	89	86	79

Все эти источники относятся к первичным и являются внутренними источниками шума, т.е. их шум может и не попадать непосредственно в окружающее агрегат пространство, но вызывает колебания стенок контейнера, проходит по выхлопному тракту к срезу шахты выхлопа; эти конструкции агрегата вызывают колебание воздуха и формируют звуковое поле вокруг ГПА.

Выше проведенный анализ шумовых характеристик агрегатов в блочно-контейнерном исполнении позволяет сделать следующие выводы:

– основными источниками шума, определяющими уровень шума на территории предприятий, являются газозвудушные тракты, контейнер и трубопроводы технологической обвязки нагнетателей;

– при проектировании КС имеется возможность изменять направление излучения звука.

Основными направлениями защиты от шума ГПА являются: снижение шума газозвудушных трактов, усиление звукоизоляции контейнеров и трубопроводов технологической обвязки нагнетателей.

Литература:

1. Арнольд К., Стюард М. Выбор размеров и конструкции трехфазных сепараторов // Нефть, газ и нефтехимия за рубежом. – 1984.

2. Воюцкий С.С., Форидман А.М., Панич Р.М. О фильтрации эмульсии // Изв. вузов. Сер. «Химия и химическая технология». – 1995.

3. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества // Свойства и применение. – Л. : Химия, 1975.

4. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. – М. : Недра, 1983.

5. Паранук А.А., Приходько М.Г., Хрисониди В.А. Расчет запорно – регулирующей арматуры: учебное пособие по выполнению курсового проекта для студентов всех форм обучения направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование», 21.03.01 – «Нефтегазовое дело». – Краснодар, 2016.

6. Приходько М.Г., Буныкин А.В, Пахомов Р.А. Расчёт и оптимизация теплового насоса в комбинации с бинарной энергоустановкой // Молодежная наука: Сборник лучших научных работ молодых ученых. – Краснодар, 2020. – С. 19–21.

7. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.

8. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.

9. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.

10. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.

11. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.

12. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.

13. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.

14. Анализ структуры пен при пеногашении / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 162–166.

15. Анализ способов контроля утечек из трубопроводов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 167–171.

Literature:

1. Arnold K., Stewart M. Selection of dimensions and design of three-phase separators // Oil, Gas and Petrochemistry Abroad. – 1984.

2. Voyutsky S.S., Foridman A.M., Panich R.M. On emulsion filtration // Izv. Ser. «Chemistry and Chemical Technology». – 1995.

3. Abramzon A.A. Surface-active substances // Properties and Application. – L. : Chemistry, 1975.

4. Lutoshkin G.S. Collection and preparation of oil, gas and water. – M. : Nedra, 1983.

5. Paranuk A.A., Prikhodko M.G., Khrisonidi V.A. Calculation of shut-off – regulating valves: a training manual for the implementation of course projects for students of all forms of training areas 15.03.02 – «Technological machinery and equipment», 21.03.01 – «Oil and gas business». – Krasnodar, 2016.

6. Prikhodko M.G., Bunyakin A.V., Pakhomov R.A. Calculation and optimization of heat pump in combination with binary power plant // Youth Science: Collection of the best scientific papers of young scientists. – Krasnodar, 2020. – P. 19–21.

7. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 143–147.

8. Increasing the efficiency of transportation of high-viscosity oil. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 148–152.

9. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the under-lev method. Review of world experience / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 153–156.

10. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.

11. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 66–68.

12. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.

13. Analysis of paint and lacquer coatings composition for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.

14. Analysis of foam structure at foam extinguishing / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 3. – P. 162–166.

15. Analysis of pipeline leakage control ways / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 3. – P. 167–171.

**ПРЯМОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ
ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ**

**DIRECT CONVERSION OF
THERMAL ENERGY INTO ELECTRICAL ENERGY**

Нелин Антон Константинович

студент
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aknelin@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено получение электрической энергии из тепла, на примере термоэлектрического генератора, рассмотрены основные особенности конструкции и использование в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: тепловая энергии, электрическая энергия, термоэлектрические генераторы, панельные ТЭГ, КПД.

Nelin Anton Konstantinovich

Student,
Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
aknelin@mail.ru

Prihodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Annotation. Considered the production of electrical energy from heat, using the example of a thermoelectric generator, considered the main design features and use in the oil and gas industry.

Keywords: thermal energy, electric energy, thermoelectric generators, panel TEG, efficiency.

Задача прямого преобразования тепловой энергии в электрическую является весьма актуальной в современных условиях истощения природных ресурсов. Термоэлектрические генераторы (ТЭГ) могут применяться для катодной защиты магистральных нефтепроводов и газопроводов от коррозии и для питания различной контрольно – регулирующей аппаратуры, используя разность температур в скважине и на воздухе или работая на природном или попутном газе. В частности, ТЭГ могли бы генерировать энергию, выделяющуюся системой маслоснабжения на компрессорной станции, которая в настоящее время никак не используется. Использование ТЭГ для утилизации лишнего тепла позволит сократить затраты на электроэнергию, потребляе-

мую основными комплексами компрессорной станции – компрессорным, насосным, вентиляционным или другим оборудованием, оставляя сгенерированную энергию внутри КС.

ТЭГ по принципу действия представляет собой тепловую машину, в которой рабочим телом является электронный газ полупроводника, преобразующий тепловую энергию в электрическую. Как во всякой тепловой машине, к.п.д. ТЭГ в первую очередь зависит от к. п. д. цикла Карно поэтому конструкция должна иметь минимальные тепловые потери при передаче тепла к полупроводниковому материалу и при съеме тепла с него. Основными узлами ТЭГ являются источники тепла, термобатарея с коммутационными и изоляционными слоями, устройство для съема тепла (холодильник) и несущая конструкция, обеспечивающая необходимую прочность всей машины и надежность ее работы.

Панельные ТЭГ представляют собой плоскую термобатарею прямоугольной или квадратной формы, набранную из последовательно или параллельно соединенных полупроводниковых термоэлементов. Плоскую термобатарею можно нагревать теплоносителем, выбор материала теплопровода с возможно малым тепловым сопротивлением, обеспечение надежного теплового контакта теплопровода с электрической изоляцией и последней с термобатареей.

Положительная особенность панельных ТЭГ – почти идеальное использование поверхности нагрева при плотном ее заполнении термоэлементами. Панельная термобатарея очень удобна в изготовлении, технология ее сборки проста и поддается, как правило, механизации. Наиболее удобна эта схема при создании ТЭГ большой мощности, так как она позволяет создать компоновку большого числа панельных термобатарей (особенно при нагреве теплоносителем) с минимальными тепловыми и электрическими потерями всего устройства.

К недостаткам панельной схемы относится: недостаточно высокие коэффициенты теплопередачи от источника тепла к термобатарее и от последней к холодильнику; трудность создания надежного теплового контакта между материалами теплопроводов и изоляцией, особенно если площадь нагрева термобатареи велика и значительно число слоев материалов, отличающихся друг от друга по своим термическим, электрическим, механическим и прочим свойствам.

Вопрос надежности длительной работы такой конструкции очень сложен. При этом надо учитывать и химическое взаимодействие материалов, особенно полупроводника с конструкционными материалами. Однако в конкретных конструкциях ТЭГ эти трудности или разрешают, или обходят с помощью различных конструкторских и технологических приемов. Панельная схема, учитывая ее многочисленные положительные стороны, одна из основных в термоэлектрогенераторостроении.

Применение ТЭГ в нефтегазовой отрасли позволит создать автономные, бесперебойные источники электрической энергии. При этом в качестве генерирующих мощностей будет использоваться термодинамическое состояние оборудования, связанного с нефтегазовой отраслью. Благодаря своей компактности и отсутствию механических элементов применение ТЭГ достаточно перспективно.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.

3. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.

4. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.

5. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.

6. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.

7. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.

8. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.

9. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

10. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

11. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

12. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

Literature:

1. Reducing loss of fluidity of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.]. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

3. Increasing the efficiency of transportation of high-viscosity oil. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New-generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

4. Technology of transportation of high-viscosity oils using the under-rev method. Review of world experience / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 153–156.
5. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.
6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 66–68.
7. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.
8. Analysis of paint and lacquer coatings composition for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.
9. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
10. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
11. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
12. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Materials of International nau-practical conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

**ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ
К ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЕ**

REQUIREMENTS FOR SHUT-OFF AND CONTROL VALVES

Нелин Антон Константинович

студент
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aknelin@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Аннотация. Представлены основные требования к запорно-регулирующей арматуре, которая применяется в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: арматура, прочность, надежность, безотказность, ремонтпригодность.

Nelin Anton Konstantinovich

Student,
Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
aknelin@mail.ru

Prihodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Annotation. Presents the basic requirements for shut-off and control valves, which are used in the oil and gas industry.

Keywords: fittings, strength, reliability, reliability, maintainability.

К арматуре, устанавливаемой на газо – и нефтепроводах, предъявляется ряд требований, основными из которых являются: прочность, долговечность, безотказность, герметичность, ремонтпригодность, готовность к выполнению цикла срабатывания (открытие, закрытие) после длительного периода нахождения в открытом или закрытом положении.

Прочность арматуры обеспечивается изготовлением деталей достаточных размеров из соответствующих конструкционных материалов. Наиболее важной является прочность корпусных деталей, поломка которых по своим последствиям особенно опасна.

Долговечность арматуры в зависимости от условий ее работы может ограничиваться различными факторами. Ресурс (временной или цикловой) могут определять износ деталей, коррозия материала, эрозия деталей рабочего органа, старение резиновых или пластмассовых деталей. Интенсивному изнашиванию подвергаются детали фон-

танной арматуры, работающей на песчаных месторождениях нефти при ее фонтанировании, когда под большим давлением и со значительной скоростью через арматуру проходит поток нефти, содержащий песок. При этом происходит интенсивное абразивное изнашивание, которое может за короткий срок не только вывести из строя детали запорного органа, но и разрушить стенки корпусных деталей. При наличии в нефтепродуктах кислот, сероводорода и воды арматура подвергается коррозии. В регуляторах давления газорегулирующих установок обычно применяются резиновые мембраны, имеющие ограниченный срок службы в связи со старением резины (протекающим ускоренно при повышенной температуре). Быстрее всех обычно выходят из строя детали рабочего (регулирующего) органа: уплотнительные кольца, золотники, плунжеры, пробки кранов, подвергающиеся механическому, коррозионному и кавитационному изнашиванию. При интенсивной эксплуатации запорной арматуры могут ускоренно выходить из строя детали ходового узла – ходовая гайка и шпиндель.

Безотказность арматуры сохраняется при правильной ее эксплуатации и тщательном техническом обслуживании, если конструкция и материал деталей выбраны правильно и соответствуют условиям работы. Наибольшее число отказов возникает в рабочем органе арматуры в результате коррозии, эрозии, гидратообразования, замерзания воды и вибрации. Вибрации в регулирующих клапанах, а также в запорной арматуре во время открывания при большом перепаде давления на газопроводах, могут вызвать поломку деталей (штоков) и разрушение седел, стоек и даже корпусов, самопроизвольную перестановку запорного органа. Эрозия приводит к ускоренному износу седла и затвора (плунжера). Гидратообразование и замерзание воды нарушают подвижность затвора и закупоривают проходные полости.

На арматуру оказывают влияние следующие параметры вибрации:

– частота колебаний; определяет общее число циклов, а, следовательно, и срок службы детали до усталостного разрушения. Особый случай имеет место, когда эта частота совпадает с собственной частотой колебаний какой-либо детали или узла арматуры, в результате чего возникает явление резонанса и арматура может выйти из строя после нескольких часов работы, а иногда и минут;

– ускорение (определяемое сочетанием частоты и амплитуды колебаний); характеризует динамическую силу, действующую на арматуру.

Усталостное разрушение деталей происходит наиболее часто в местах концентрации напряжений, например во фланцах, патрубках и других деталях, имеющих места концентрации напряжений.

Арматура считается герметичной при следующих условиях: при закрытом запорном органе рабочая среда не проходит из одной части в другую, отделенную арматурой; отсутствуют протечки через сальниковый узел, фланцевые и другие разъемные соединения; металл корпусных деталей имеет плотную структуру, отсутствуют пористые участки, раковины, трещины, через которые могла бы просочиться рабочая среда в окружающую атмосферу.

Герметичность запорного органа арматуры обеспечивается тщательной пригонкой и притиркой уплотнительных колец затвора и седла или применением в запорном органе мягких уплотнительных колец. Герметичность сальника достигается тщательной обработкой (полировкой) сальникового участка шпинделя, сохранением упругости сальниковой набивки и соответствующей ее затяжкой шпильками или болтами, использованием манжет, резиновых колец круглого сечения. Чтобы фланцевые соединения сохраняли герметичность, необходимо выбрать соответствующие размеры и материал прокладок и создать постоянную и равномерную затяжку фланцев.

Требование к арматуре по готовности к открытию без затруднений после длительного пребывания в закрытом положении (и наоборот – к закрытию) вызывается тем, что во многих случаях запорная и предохранительная арматура должна срабаты-

вать редко и при этом возникают благоприятные условия для «прикипания» уплотнительных поверхностей затвора и седла друг к другу, а для их разделения или перемещения (в кранах) требуется приложить значительное усилие. Наиболее благоприятные условия для работы арматуры создают масла, поскольку их вязкость позволяет снизить требования к герметичности запорного органа, а смазывающие свойства снижают силы трения в запорном органе и сальнике. Коррозионное воздействие масел на металл незначительно.

Все перечисленные показатели качества работы запорно-регулирующей арматуры достигаются четким соблюдением требований эксплуатации и применением соответствующих материалов в элементах конструкции.

Литература:

1. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
2. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
3. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
4. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
5. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

Literature:

1. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
3. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
4. Peculiarities of joints of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
5. Methods of welding pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДА ЧЕРЕЗ ИСКУССТВЕННЫЕ ПРЕГРАДЫ

DESIGN OF PIPELINE CROSSINGS THROUGH ARTIFICIAL BARRIERS

Нелин Антон Константинович

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aknelin@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные виды искусственных препятствий и описаны методы прокладки трубопровода через искусственные преграды.

Ключевые слова: переход, кожух, железные дороги, строительство, насыпь, категории дорог.

Nelin Anton Konstantinovich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aknelin@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
ongptr@mail.ru

Annotation. The main types of artificial obstacles are considered and methods of laying a pipeline through artificial obstacles are described.

Keywords: crossing, casing, railways, construction, embankment, road categories.

Наиболее серьезными препятствиями являются железные и автомобильные дороги, судоходные и оросительные каналы, кабели связи и множество других подземных коммуникаций.

Железные дороги применительно к трубопроводному строительству подразделяются на две основные группы: дороги общего назначения и подъездные дороги промышленных предприятий.

Автодороги делятся на 5 категорий: I и II категории—дороги общегосударственного значения, III категория – дороги республиканского и областного значений, IV и V категории – дороги местного значения. Интенсивность движения (число автомобилей в сутки) составляет: на дорогах I категории – свыше 6000, на дорогах II категории – от 3000 до 6000, на дорогах III категории – от 1000 до 3000, IV категории – от 200 до 1000 и V категории до 200.

Каналы подразделяются на оросительные, деривационные и судоходные с твердым покрытием (каменная отмостка, бетон, железобетон) и без него (грунтовая поверхность откосов и дна каналов). Оросительные каналы заполнены водой, как правило, в период орошения полей, а судоходные – весь навигационный период. Многие судоходные и несудоходные каналы используются для подвода воды и заполнены ей круглый год. Деривационные каналы, предназначенные для подводов воды к зданиям гидроэлектростанций, заполнены водой круглый год.

Как видно из приведенных особенностей искусственных препятствий, эксплуатация большинства из них при прокладке трубопроводов не должна прекращаться. Кроме того, метод пересечения должен быть, как правило, таким, чтобы препятствие не испытывало ни малейшего воздействия при строительстве перехода. Например, при пересечении железных дорог и автодорог I–III категорий не допускается нарушение насыпи и образование даже минимальных просадок поверхности насыпи (особенно на железных дорогах). При пересечении оросительных каналов с твердым покрытием не допускается нарушение покрытия. При пересечении любых судоходных и деривационных каналов поверхность дна и откосов не должна нарушаться. В то же время грунтовые оросительные каналы в неполивной период можно пересекать с разработкой ложа канала, но с обязательным (немедленно после окончания работ) восстановлением его поперечного и продольного профиля. Автодороги IV и V категорий также могут пересекаться с разработкой траншеи и последующим восстановлением профиля дороги. Но при этом должен быть сооружен временный объезд, полностью заменяющий участок дороги, выведенный из эксплуатации.

В соответствии со СНиП 2.05.06-85 участки трубопроводов под железными дорогами относятся к I категории. Трубопровод располагается в металлическом футляре (кожух), диаметр которого должен быть больше диаметра основной трубы не менее чем на 200 мм. Основную трубу и кожух покрывают антикоррозийной изоляцией. На переходах газопроводов концы кожухов уплотняются таким образом, чтобы была обеспечена герметичность пространства между газопроводом и кожухом. Однако уплотнение должно обеспечивать возможность продольных перемещений внутренней трубы по отношению к кожуху. Эта цель достигается применением различного рода сальников. Для того чтобы в межтрубном пространстве не поднималось давление в случае утечек газа, на одном из концов кожуха вваривают в стенку кожуха трубу, которая выводится над поверхностью земли на высоту не менее 5 м. Для свечи используют трубы диаметром 150 мм при диаметре основного трубопровода 1000–1400 мм. На переходах нефте- и нефтепродуктопроводов вытяжные свечи не устраивают; один конец кожуха заделывается герметично. Кожух укладывают с уклоном $i = 0,002$, а на другом конце устраивают выход в специальный колодец для сбора перекачиваемого продукта в случае разрыва основной трубы. При этом из колодца должен предусматриваться выход в отводную трубу для аварийного стока нефти и нефтепродукта в сторону от дороги. Колодец должен располагаться не ближе 25 м от крайнего к колодцу рельса дороги общего пользования и 15 м – дороги промышленных предприятий.

Переход под автомобильной дорогой имеет аналогичное переходу под железной дорогой конструктивное оформление, но здесь должны учитываться следующие особенности. Кожух применяется только на автодорогах I, II, III и IV категорий. Колодцы устраивают только на дорогах I и II категорий, а на дорогах III–IV категорий между трубой и кожухом на концах кожуха делают мягкие водонепроницаемые уплотнения. На дорогах V категории кожухи на переходах не применяют, соответственно не делают ни колодцев, ни вытяжных свечей.

Прокладка кожуха под дорогой может быть выполнена различными методами: прокалыванием, продавливанием, горизонтальным бурением и виброударным способом. В исключительных случаях могут применяться методы, используемые в шахтном строительстве, связанные с применением специальной горнопроходческой техники и технологии.

В настоящее время основным является способ горизонтального бурения, наиболее эффективный при прокладке кожухов большого диаметра. При малых диаметрах труб (до 700 мм) могут использоваться способы прокалывания и продавливания.

После протаскивания устанавливаются сальники, вытяжные свечи, оборудуют приемные колодцы, отводящие каналы, полностью восстанавливают начальное состояние придорожных сооружений, а также ландшафт местности. На последнее должно обращать особое внимание, так как невозстановленный рельеф начинает интенсивно деформироваться под влиянием дождей, ветров и других климатических факторов.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.

Literature:

1. Reducing loss of fluidity of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
5. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
8. Peculiarities of joints of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
9. Methods of welding pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
10. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ

GAS PIPELINE DEVICES AND EQUIPMENT

Нелин Антон Константинович

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aknelin@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены приборы и оборудование газопроводов, представлены особенности конструкции и области применения на газопроводах.

Ключевые слова: газопроводы, запорная арматура, конденсатосборники, компенсаторы, контрольные проводники, контрольно-измерительные пункты и контрольные трубки.

Nelin Anton Konstantinovich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aknelin@mail.ru

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The devices and equipment of gas pipelines are considered, the peculiarities of construction and applications on gas pipelines are presented.

Keywords: gas pipelines, shut-off valves, condensate collectors, compensators, control conductors, test points and control tubes.

О борудование газопроводов – технические устройства, устанавливаемые на газопроводах с целью повышения эффективности и безопасности функционирования системы газоснабжения. К ним относятся запорная арматура, конденсатосборники, компенсаторы, контрольные проводники, контрольно-измерительные пункты и контрольные трубки.

В качестве запорной арматуры на газопроводах применяют краны и задвижки, на газопроводах низкого давления могут применяться гидрозатворы. Надежные и быстродействующие краны обеспечивают большую герметичность отключения, чем задвижки. Краны изготавливают с диаметрами условных проходов 15–100 мм, рассчитанных на рабочее давление 0,01–0,6 МПа. В зависимости от способа герметизации краны разделяют на натяжные и сальниковые, от материала – на бронзовые, латунные, чугунные. С газопроводами краны соединяют фланцами и муфтами. Для демонтажа муфтовых кранов на газопроводах устанавливают сгоны. Задвижки в качестве запорной арматуры используют на газопроводах всех давлений с диаметрами 50 мм и более. Параллельные

здвижки устанавливают на газопроводах с давлением до 0,3 МПа, а клиновые – на газопроводах всех давлений. При давлении газа до 0,6 МПа применяют чугунные задвижки, а при большем – стальные. На газопроводах больших диаметров и при высоких давлениях газа используют задвижки, оборудованные редуктором и червячной передачей или электроприводом. Для облегчения подъема затвора задвижки имеют обводной трубопровод с краном для выравнивания давления по обе стороны затвора. На подземных газопроводах отключающую арматуру устанавливают в колодцах. В основном применяют сборные железобетонные и кирпичные колодцы. Для защиты от грунтовой влаги, дождевых и паводковых вод колодцы гидроизолируют.

Для газопроводов диаметром до 100 мм обычно сооружают колодцы мелкого заложения глубиной 800–900 мм. Их достоинство – в обслуживании и ремонте запорного органа с поверхности земли.

Задвижки устанавливают в колодцах глубокого заложения с габаритами, обеспечивающими удобство монтажа и обслуживания оборудования. Место прохода газопровода в стене колодца заделывают смоляным канатом в футляре, концы которого заливают битумом. Конденсатосборники устанавливают в низших точках газопровода для сбора и удаления конденсирующихся водяных паров и тяжелых углеводородов. Их конструкция и размеры зависят от давления газа в сети и количества конденсирующейся влаги. Конденсатосборники устанавливают на газопроводах всех давлений. Из конденсатосборника низкого давления конденсат удаляют с помощью насоса или вакуум – цистерны, а среднего и высокого давлений – давлением газа. Трубки конденсатосборников выводят под ковер и их дополнительно используют при продувках газопроводов и выпуске газа при ремонте. Ковер предназначен для защиты выходящих из земли различных устройств подземных газопроводов от механических повреждений. Состоит из железобетонного основания и корпуса (литого или сварного) с крышкой, устанавливается на уровне поверхности покрытия проезжей части. Трубка конденсатосборника для газопроводов среднего и высокого давлений имеет сверху отверстие диаметром 2 мм, которое позволяет уравнивать давления в трубке и газопроводе, поэтому конденсат не поднимается вверх по трубке, что исключает возможность его замерзания. Рядом с трубкой устанавливают электрод заземления, а на самой трубке пластину, используемую для измерения разности потенциалов между трубкой и фунтом.

Для предохранения газопроводов и их оборудования от температурных напряжений, а также возможности установки и ремонта арматуры служат компенсаторы – линзовые, резиноканевые, осевые волнистые и гнутые (П-образные). Линзовые изготавливают из тонколистовой стали в виде отдельных свариваемых между собой полулинз, пространство между которыми заполняют битумом. Устанавливают линзовые компенсаторы в несколько сжатом состоянии с учетом их максимальной компенсирующей способности и осевых усилий.

Для предохранения газопроводов от больших динамических и статических нагрузок при пересечении железных и шоссейных дорог, коллекторов и колодцев, стен и фундаментов зданий или при прокладке газопроводов на малой глубине их заключают в футляры, представляющие собой отрезок стальной трубы, диаметр которой больше диаметра газопровода. Зазор между футляром и газопроводом герметизируют. Футляр оборудуют контрольной трубкой, выводимой под ковер.

Футляры для газопроводов высокого давления имеют сальниковые уплотнения и трубопровод, отводящий газ из футляра в атмосферу при неплотности газопровода или при разрыве стыка. Этот трубопровод отводится от пересекаемого препятствия в безопасное место и оборудуется дефлектором.

При использовании влажного газа в нижних точках газопроводов устанавливают сборники конденсата. Конструкция и размеры сборников конденсата зависят от давления газа и количества конденсирующейся влаги. Конденсатосборники небольшой

емкости целесообразно устанавливать и при применении осушенного газа. В этом случае они используются для удаления влаги, попавшей в газопровод при строительстве, при эксплуатационных промывках и т.д. Кроме того, трубки конденсатосборников используются при продувках газопроводов и выпуске газа из них при ремонте.

Контрольные проводники предназначены для замера электрического потенциала газопровода. Токи утечки вызывают электрохимическую коррозию газопроводов. Для замера потенциала газопровода необходимо плюс вольтметра подсоединить к центральному проводу, приваренному к газопроводу, а минус – к защитному кожуху проводника, который нижней неизолированной частью сообщается с грунтом.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.
9. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненного транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.
10. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – №4. – С. 33–34.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of joints of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
8. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of changes in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.
9. Setting the sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.
10. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Increasing the efficiency of oil and gas treatment processes by reducing foaming // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ
МЕТОДОМ АНАЛИЗА УДЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ**

**INCREASING THE EFFICIENCY OF
DRILLING BY ANALYZING THE SPECIFIC
MECHANICAL ENERGY OF ROCK DESTRUCTION**

Огиенко Юрий Евгеньевич

аспирант кафедры геологии, разведки и разработки полезных ископаемых
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
redrex9999@gmail.com

Аннотация. Процесс бурения нефтегазовых скважин обусловлен большими потерями энергии на трение, вибрации, колебания, что снижает объем энергии, потраченный непосредственно на разбуривание породы, при этом остаются актуальными вопросы сильного износа оборудования, низкой скорости проходки и качества пробуренного ствола скважины. Метод анализа удельной механической энергии разрушения горной породы позволяет повысить эффективность бурения, попутно решая многие актуальные проблемы.

Ключевые слова: бурение скважин, эффективность бурения, колебания, механическая скорость бурения, проходка, износ, удельная механическая энергия.

Ogienko Yuriy Evgenevich

Graduate Student,
Geology, Exploration and Minerals Development,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
redrex9999@gmail.com

Annotation. The Process of drilling oil and gas wells is caused by large losses of energy for friction, vibration, vibrations, which reduces the amount of energy spent directly on drilling out the rock, while the issues of severe wear of equipment, low rate of penetration and the quality of the drilled wellbore remain relevant. The method of analyzing the specific mechanical energy of rock destruction allows increasing the efficiency of drilling, simultaneously solving many urgent problems.

Keywords: well drilling, drilling efficiency, fluctuations, ROP, penetration rate, wear, specific mechanical energy.

Общая формула и составляющие УМЭ

Процесс бурения является сложным процессом, включающим в себя множество динамических показателей, которые напрямую влияют на него. В связи с этим к настоящему моменту было создано большое количество аналитического и программного обеспечения для контроля данных показателей. Контроль параметров бурения позволяет наиболее детально описать все процессы, происходящие в скважине и бурильной колонне, а также не допускать усиления таких негативных явлений, как вибрации, биения и т.д. Одним из инструментов контроля параметров является метод удельной механической энергии (УМЭ).

Удельная механическая энергия была впервые рассмотрена французским ученым Телле в 1965 г., когда он определил количество энергии, необходимое для разрушения определенного количества породы. Изначально, данная величина не зависела от параметров бурения, таких как осевая нагрузка, скорость вращения долота и скорость бурения).

УМЭ можно определить как отношение подводимой на забой энергии к объёму породы, извлекаемой в процессе бурения 1 :

$$\text{УМЭ} = \frac{\Delta E}{\Delta V}, \quad (1)$$

где УМЭ – удельная механическая энергия (Па); ΔE – подводимая на забой энергия (Дж); ΔV – объём выбуренной породы (м^3).

Концепция анализа УМЭ для оптимизации скорости и стоимости бурения была впервые использована в 2005 г. Было доказано увеличение эффективности бурения с помощью мониторинга УМЭ в реальном времени. Такая методика позволила диагностировать проблемы бурения, возникающие из-за недостатка подводимой энергии для разрушения породы. Стала видна закономерность – чем ниже УМЭ, тем выше эффективность бурения. Данная зависимость теперь широко используется для оценки эффективности. Математическое выражение УМЭ для условий бурения определяется как сила, подводимая на забой, умноженная на расстояние. Имеются две силы действующие на долото в процессе бурения: осевая нагрузка и момент вращения. Сопоставив все параметры в одно уравнение, получаем :

$$\text{УМЭ} = \frac{E_o}{\Delta V} + \frac{E_B}{\Delta V}, \quad (2)$$

$$\text{УМЭ} = \frac{F \cdot \Delta h}{S \cdot \Delta h} + \frac{2\pi \cdot N \cdot M}{S \cdot \Delta h}. \quad (3)$$

После преобразования формулы 3, она примет следующий вид:

$$\text{УМЭ} = \frac{F}{S} + \frac{2\pi \cdot N \cdot M}{S \cdot v}, \quad (4)$$

где E_o – энергия, передаваемая от осевой нагрузки (Дж), E_B – энергия, передаваемая от момента вращения бурильной колонны (Дж), F – осевая нагрузка (Н), N – число оборотов (об.), M – момент вращения (Н·м), S – площадь поперечного сечения скважины (м^2), n – частота вращения бурильной колонны (с^{-1}), v – механическая скорость проходки (м/с).

Применения метода анализа УМЭ для снижения поперечных колебаний

Когда долото испытывает вибрации, падает его эффективность к разрушению породы, а приведенная УМЭ ясно указывает на увеличение потребления энергии. Использование понятия критической точки традиционно, которое отсылает нас к явлению зашламования долота, теперь также часто используется бурильщиками в сфере вибраций.

График приведенной УМЭ был использован для диагностики вибрационной вращения долота и его прилипания-проскальзывания.

Когда долото не вращается вокруг своего определенного центра, оно теряет свою эффективность разрушения породы. Такие отклонения-движения называются вибрациями. Даже небольшие уровни вибраций могут оказать значительное влияние на механическую скорость. На рисунке 1 можно наблюдать испытания УМЭ, в которых присутствуют вибрации. Дисплей системы контроля вибрации в скважине, был модифицирован для отображения УМЭ вместе с данными о вибрациях в реальном времени. Базовое значение приведенной УМЭ составляет около 50 тыс. фунтов/кв. дюйм (345 МПа) в породе с пределом прочности при сжатии менее 30 тыс. фунтов/кв. дюйм (207 МПа). Однако это наклонно-направленная скважина, и энергопотребление может быть выше вследствие большего сопротивлением бурильной колонны. Необходимо варьировать параметры бурения и наблюдать отклик УМЭ относительно базового тренда, чтобы узнать, был ли режим работы долота изначально эффективным или нет.

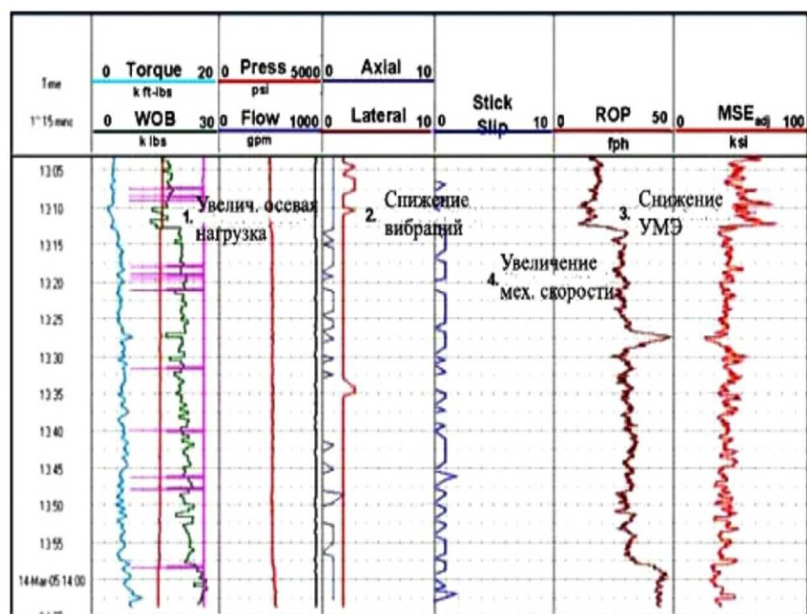


Рисунок 1 – Анализ метод УМЭ

В 13:12 осевая нагрузка была увеличен с 12 тысяч фунтов до 14 тысячи фунтов. УМЭ сразу же снизилась с 50 тыс. фунтов/кв. дюйм (345 МПа) до примерно 40 тыс. фунтов/кв. дюйм (276 МПа). Этот ответ говорит о том, что выбор нагрузки на долото был изначально неправильный, и работа стала более эффективной по мере увеличения веса. Если бы эффективность долота не изменялась, УМЭ не изменился бы тоже. Механическая скорость не увеличился просто потому, что осевая нагрузка была повышена, а потому, что долото стал существенно более эффективным при более высокой нагрузке. Вот почему увеличение механической (100 %) было непропорционально увеличению осевой нагрузки (16 %). Повышение эффективности с увеличением осевой нагрузки является ожидаемой реакцией долота, подверженного вибрациям. Данные поперечных вибраций также подтверждает, что первоначально был низкий уровень вибраций, который был уменьшен до минимального уровня, который мог быть обнаружен, когда осевая нагрузка была увеличена.

Осевая нагрузка продолжила медленно повышаться, так как бурение продолжалось с 13:12 до 13:57, а УМЭ продолжала снижаться. В 13:57 осевая нагрузка был еще больше увеличена, а УМЭ и механическая скорость снова улучшились. Интересно, что вибрации еще больше уменьшились, но инструмент мониторинга скважинных вибраций не был способен сообщать об этом. Анализ УМЭ способен отображать эффекты низкого уровня вибрации долота, которые обычные телеметрические инструменты не способны показать в реальном времени. Преимущество скважинных акселерометров состоит в том, что они четко указывают тип возникающей вибрации, в то время как для их определения по кривой УМЭ требуются некоторые опыты. Преимущество кривой УМЭ состоит в том, что она четко показывает степень, в которой вибрация влияет на производительность бурения. Таким образом, два инструмента дополняют друг друга.

Рисунок 2 показывает другой пример вибраций, записанных на дисплее контроля циркуляционной системы. Изначально значение осевой нагрузки было 25 тыс. фунтов (11,3 т), что является подходящим значением для долота PDC диаметров 8.5 дюймов (215,9 мм), но значение приведенной УМЭ было невероятно высоким, порядка 500 ksi (3447 МПа). Осевая нагрузка была постепенно повышена до 35 тысяч фунтов (15,9 т) и УМЭ снизилась до 200 ksi (1379 МПа), в то время как механическая скорость увеличилась с 25 фут/час до 75 фут/час (с 7,62 м/ч до 22,86 м/ч). Теперь значение осевой нагрузки приближенно к установленному производителем пределу для данного оборудования. В этом примере потери энергии на вибрацию все еще кажутся значительными, и дальнейшие усилия по оптимизации помогут привести к использованию еще большей осевой нагрузки для уменьшения потери энергии. Вибрации часто возникают в твердых

породах на скважинах Северного месторождения. Примерами таких твердых пород служат ангидрит Хит, ангидрит Хайл и Хафф доломиты и ангидриты. В каждой из данных пород были предприняты меры по перепроектированию системы для повышения эффективности долота. Угол наклона на ВЗД был изменен с $1,22^\circ$ на $0,78^\circ - 1,0^\circ$ для уменьшения дисбаланса вращения, который создает тенденцию к вибрациям. В некоторых интервалах траектория и размеры цели были изменены, чтобы позволить заменить управляемый забойный двигатель (двигатель-отклонитель) на прямые забойные двигатели с высоким крутящим моментом.

Рисунок 2 показывает график УМЭ на скважине диаметром 215,9 мм, на которой произвели замену винтового забойного двигателя с регулируемым переводником на цельный прямой ВЗД. Приведенная УМЭ снизилась с 80 ksi (552 МПа) до 30 ksi (207 МПа). Несмотря на то, что осевая нагрузка была снижена с 40 тыс. фунтов (18 т.) до 20 тыс. фунтов (9 т.), механическая скорость бурения увеличилась с 50 футов/час (15 м/ч) до 100 футов/час (30 м/ч).

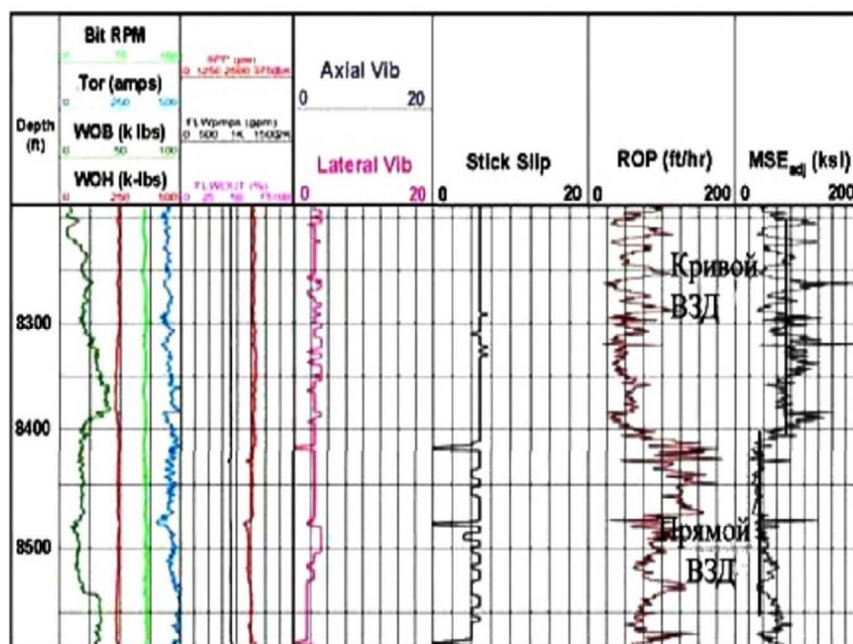


Рисунок 2 – Анализ данных УМЭ

ВЗД на скважине диаметром 444,5 мм был подвергнут самому большому изменению. Был использован двигатель с малым углом перекося, который имел небольшую тенденцию к наращиванию угла при вращении. Естественная тенденция к набору угла была использована для поддержания степени набора угла, а утверждение высокой осевой нагрузки к снижению вибраций. Время «слайда» для корректировки направления было уменьшено с 20–30 % до 3–7 %. Степень изменение производительности, показанная на рисунке 18, связана с сочетанием сокращения времени скольжения, уменьшения вибраций при вращении двигателя с низким углом перекося, и возможностью использовать метод УМЭ во время бурения для уменьшения вибраций и прилипания/проскальзывания.

Литература:

1. Исследование влияние удельной механической энергии на подбор оптимальных параметров режима бурения / Г.В. Буслаев [и др.] // Записки Санкт-Петербургского горного университета, 2019.

Literature:

1. Study of the influence of specific mechanical energy on the selection of optimal parameters of the drilling regime / G.V. Buslaev [et al.] // St. Petersburg Mining University, 2019.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА
В ЛОКАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ НА ТОЧНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ
ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ МНОГОФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CHANGES IN THE FREQUENCY OF
ALTERNATING CURRENT IN LOCAL ELECTRICAL INSTALLATIONS ON THE
ACCURACY OF THE OUTPUT VOLTAGE OF A MULTIPHASE CONVERTER**

Оппаходжаев Алишер Максудович

старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
Кубанский государственный технологический университет
alisher.o.m@gmail.com

Рыбалко Владимир Александрович

студент,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Объектом исследования является измерительный орган релейной защиты на основе трансформаторного многофазного преобразователя тока применяемый в устройствах релейной защиты локальных объектов электроэнергетики нефтегазового комплекса. На основе методов математического моделирования выполнен анализ влияния изменения частоты переменного тока на точность формирования шестифазного выходного напряжения измерительного органа релейной защиты.

Ключевые слова: многофазный преобразователь тока, многофазная система выходных напряжений, частота тока, сдвиг фаз, магнитодвижущая сила, короткозамкнутая обмотка, электродвижущая сила.

Oppakhodzhaev Alisher Maksudovich

Senior Lecturer of The Department of Power Supply Industrial Enterprises,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Rybalko Vladimir Aleksandrovich

Student,
Kuban State Technological University

Annotation. The object of the study is a relay protection measuring device based on a transformer multiphase current converter used in relay protection devices for local electric power facilities of the oil and gas complex. Based on the methods of mathematical modeling, the analysis of the influence of changes in the frequency of alternating current on the accuracy of the formation of the six-phase output voltage of the measuring body of the relay protection is performed.

Keywords: multiphase current converter, multiphase output voltage system, current frequency, phase shift, magnetomotive force, short-circuited winding, electromotive force.

Одним из направлений совершенствования аналоговых устройств релейной защиты (РЗ) локальных объектов электроэнергетики нефтегазового комплекса [1, 2] и линий электропередач [3] является применение в качестве измерительных органов (ИО) трансформаторных многофазных преобразователей тока (МПТ).

Расчет производился с использованием параметров, определенных для первичных и вторичных электрических цепей МПТ с коротко замкнутой обмоткой [4, 5, 6, 7]. Магнитная цепь МПТ с короткозамкнутой обмоткой, описывается полиномиальной регрессионной моделью основной кривой намагничивания магнитопровода ГМ 440 В обладающего высокой магнитной проницаемостью и линейной петлей магнитного гистерезиса [8]. Исходные параметры для моделирования МПТ с коротко замкнутой обмоткой приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения параметров МПТ с короткозамкнутой обмоткой

№ пп	Наименование параметров	Величина
Параметры электрических цепей		
1	Базовое активное сопротивления обмотки	$R_6, \text{ Ом}$
2	Активное сопротивление КЗ обмотки	$R_k, \text{ Ом}$
3	Базовая индуктивность первичной обмотки:	$L_6, \text{ Гн}$
4	Индуктивность КЗ обмотки:	$L_k, \text{ Гн}$
Параметры магнитопровода ГМ 440 В		
5	Коэффициент прямоугольности петли магнитного гистерезиса	B / B_{800}
6	Начальная магнитная проницаемость	μ
7	Коэффициенты модели:	b_0
		b_1
		b_2

Исследование проводилось при изменении частоты переменного тока от $f_{\min} = 40$ Гц до $f_{\max} = 60$ Гц, при этом контролировались следующие выходные параметры – выходное напряжение многофазной системы U , коэффициент пульсаций K_p и угол сдвига фаз F_i между магнитными потоками в сердечниках многофазного преобразователя. Результаты влияния изменения частоты электрической сети на выходные параметры модели многофазного трансформаторного устройств с короткозамкнутым витком представлены на рисунке 1.

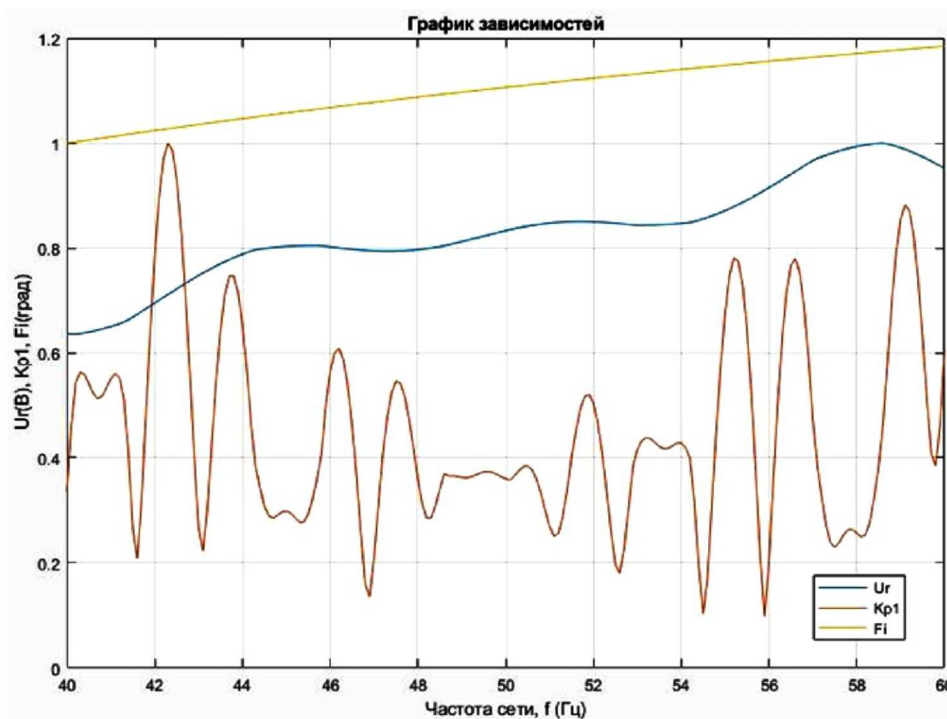


Рисунок 1 – Графики зависимостей выходного напряжения U , коэффициента пульсаций K_p и угла сдвига фаз F_i от изменения частоты сети МПТ с короткозамкнутой обмоткой

Вывод: Таким образом, точность формирования выходного напряжения многофазного преобразователя при изменении частоты электрической сети в диапазоне $f_{ном} = 50 \pm 3$ Гц остается достаточно хорошей, что позволяет применять МПТ с короткозамкнутой обмоткой в качестве измерительного органа электрических величин на входе устройств релейной защиты синхронных генераторов локальных энергетических установок, кабельных линий, трансформаторов и синхронных и асинхронных двигателей в условиях промысла, транспортировки нефти и газа.

Литература:

1. Измерительный орган резервной дистанционной защиты на основе однофазно-многофазных преобразователей / Б.А. Коробейников [и др.] // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2018. – Т. 61. – № 5. – С. 55–60.

2. Коробейников Б.А., Печенкин А.Г., Захаров Г.А. Электромагнитные однофазно-многофазные преобразователи тока и напряжения в устройствах релейной защиты локальных энергетических установок // В книге: Повышение эффективности разработки нефтяных и газовых месторождений на поздней стадии сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции на базе Кубанского государственного технологического университета совместно с Российской академией естественных наук, посвященной 100-летию Кубанский государственный технологический университет. – 2017. – С. 72.

3. Дистанционная защита ЛЭП на основе многофазных трансформаторных преобразователей тока и напряжения / Г.А. Захарова [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 42–46.

4. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для релейной защиты электрических сетей / Б.А. Коробейников [и др.] // Электронный сетевой полиграфический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – №5. – С. 99–106.

5. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для устройств релейной защиты с учётом активных сопротивлений обмоток / Б.А. Коробейников [и др.] // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов XLI международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 219–222.

6. Выбор параметров многофазной выходной обмотки однофазно-многофазного преобразователя с короткозамкнутой обмоткой / Б.А. Коробейников [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 194–197.

7. Печенкин А.Г., Смаглиев А.М., Аветисов А.И. Определение относительной МДС многофазного преобразователя напряжения с короткозамкнутой обмоткой и параллельным соединением первичных обмоток без учета их активного сопротивления // Технические и технологические системы. Материалы одиннадцатой Международной научной конференции. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 111–116.

8. Полиномиальная регрессионная модель основной кривой намагничивания для аморфных материалов многофазных преобразователей тока и напряжения / Б.А. Коробейников [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 91–96.

Literature:

1. Measuring body of the reserve remote protection on the basis of single-phase-multiphase converters / B.A. Korobeinikov [et al.] // Proceedings of higher educational institutions. Electromechanics. – 2018. – Vol. 61. – № 5. – P. 55–60.

2. Korobeinikov B.A., Pechenkin A.G., Zakharov G.A. Electromagnetic single-phase-multiphase current and voltage converters in relay protection devices of local power plants // In the book: Improving the efficiency of oil and gas fields at a late stage collection of abstracts of the International Scientific-Practical Conference at the Kuban State Technological University together with the Russian Academy of Natural Sciences, devoted to 100 years Kuban State Technological University. – 2017. – P. 72.
3. Remote protection of power lines on the basis of multiphase transformer current and voltage / G.A. Zakharova [et al.] // In the collection: Science. New generation. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 42–46.
4. Identification of parameters of multiphase current converter for relay protection of electrical networks / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2019. – № 5. – P. 99–106.
5. Identification of parameters of multiphase current converter for relay protection devices with account of active resistances of windings / B.A. Korobeinikov [et al.] // In a collection: Cybernetics of power systems. Collection of materials of XLI international scientific-technical conference. – 2020. – P. 219–222.
6. Selection of the parameters of a multiphase output winding of a single-phase short-circuited converter / B.A. Korobeinikov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 194–197.
7. Pechenkin A.G., Smagliev A.M., Avetisov A.I. Determination of relative MPF of multiphase voltage converter with short-circuited winding and parallel connection of the primary windings without taking into account their active resistance // Technical and Technological Systems. Materials of the 11th International Scientific Conference. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 111–116.
8. Polynomial regression model of the main curve of magnetization for the amorphous materials of multiphase current and voltage converters / B.A. Korobeinikov [et al.] // Science. New generation. Materials of the International scientific-practical conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 91–96.

**АЛГОРИТМ ВЫБОРА СКВАЖИН-КАНДИДАТОВ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТ**

**ALGORITHM FOR SELECTING CANDIDATE WELLS
FOR WATER INSULATION WORKS**

Орлова Инна Олеговна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
assoletta77@mail.ru

Авакимян Наталья Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры общей математики,
Кубанский государственный технологический университет
avnatali@mail.ru

Даценко Елена Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
aldac@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается алгоритм выбора скважин для производства ремонтно-изоляционных работ и отдельно каждый этап.

Ключевые слова: скважина, водоприток, обводненность, ремонтные работы.

Orlova Inna Olegovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after Professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
assoletta77@mail.ru

Avakimyan Natalya Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of general Mathematicians Department,
Kuban State Technological University
avnatali@mail.ru

Datsenko Elena Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after Professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
aldac@mail.ru

Annotation. The article discusses the algorithm for selecting wells for the production of repair and insulation works and each stage separately.

Keywords: well, water supply, water cut, repair work.

В настоящее время разработано множество методик выбора скважин-кандидатов для проведения мероприятий по ограничению водных притоков. Однако, в промышленной практике успешность проведения ремонтно-изоляционных работ (РИР) обуславливаются низкими показателями. Высокие риски получения отрицательного результата часто удерживают компании от проведения водоизоляционных мероприятий. Основная сложность при планировании водоизоляционных мероприятий заключается в выборе перспективных скважин, проведение мероприятий в которых экономически оправдано.

Для проведения изоляционных работ должны отбираться скважины, с одной стороны, расположенные в зонах с низкой изученностью запасов, с другой – отличающиеся высокими значениями обводнённости продукции.

На данный момент повысить эффективность водоизоляционных работ и снизить не оправданные экономические затраты можно только при наличии научно обоснованной методики подбора скважин для проведения водоизоляционных работ.

Согласно рисунку 1 можно выявить основные шаги при выборе скважин-кандидатов:

- выбор наиболее потенциальных проблемных скважин;
- анализ динамики добычи и истории эксплуатации скважины, предварительная идентификация причин обводнения скважин;
- расчет экономической эффективности проведения мероприятия, переранжирование списка скважин;
- по результатам промысловых геофизических исследований назначается комплекс геолого-технических мероприятий;
- анализ геологического строения разреза скважины совместно с полученными данными об источнике обводнения, критериев эффективности различных технологий ограничения водопритока и результатов предыдущих работ.

Как правило, основная цель планируемого геолого-технического мероприятия получение дополнительной добычи нефти и уменьшение объема попутно добываемой воды. При этом получение дополнительной добычи нефти является более приоритетным показателем по сравнению с сокращением обводнённости, т.к. вносит основной вклад в экономическую эффективность работ. В тоже время дополнительная добыча нефти является наиболее неопределенным параметром при проектировании водоизоляционных работ, зависящим от ряда факторов геолого-физического, технологического и технического характера.

Наиболее адекватным инструментом для выбора любых геолого-технических мероприятий является постоянно действующая геолого-технологическая модель месторождения. При отсутствии четких представлений о физических процессах, происходящих в пласте до и после работ по ограничению водопритоков целесообразно применять методы математической статистики по оценке результативности уже проведенных мероприятий на различных площадях изучаемого месторождения, что позволяет выявить основные закономерности производства этих работ.

Таким образом, на первом этапе работ вначале необходимо оценить какие коллектора по прерывистости вскрывает скважина – гидродинамически связанные или в разрезе одновременно присутствуют прерывистые и гидродинамически связанные коллектора. Затем уже определяется соответствующее уравнение регрессии и все коэффициенты в него входящие и проводится расчет технологической эффективности. На этом этапе создается ранжированный по технологической эффективности список скважин и скважины, в которых проведение водоизоляционных работ малоэффективно исключаются из анализа.

Анализ истории работ и динамики обводнения скважины позволяет с определенной долей вероятности диагностировать причину преждевременного обводнения (заклонный переток, образование конуса воды, прорыв воды) и на основе этого предложить оптимальный комплекс исследований для точной диагностики и выделения проблемы.

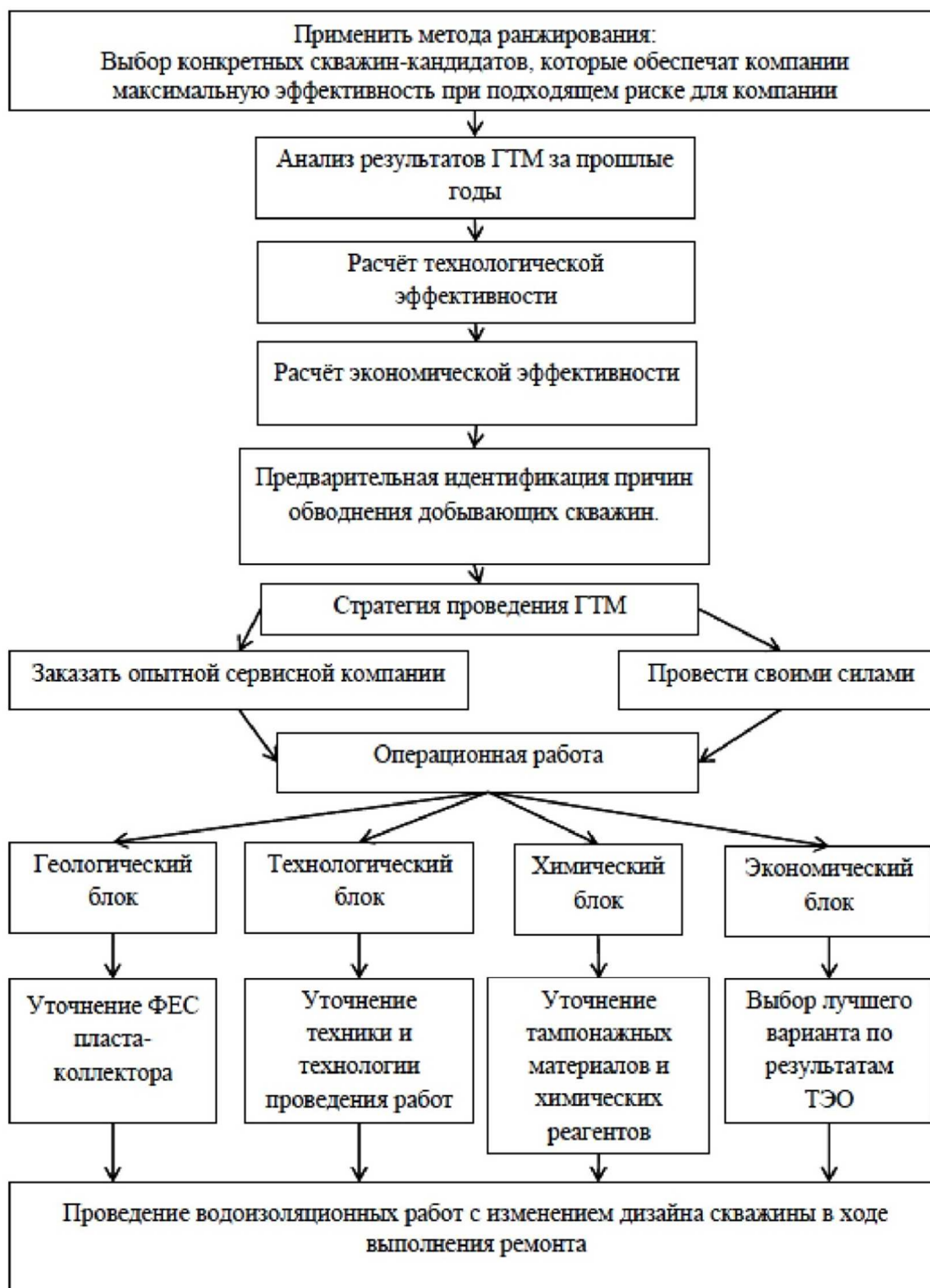


Рисунок 1 – Алгоритм выбора скважин-кандидатов для проведения ВИР

Критерием дальнейшего выбора и ранжирования скважин служит экономическая эффективность мероприятия. Для удобства ранжирования скважин по целесообразности проведения мероприятий вводится индекс доходности, который определяется отношением накопленного дисконтированного потока денежной наличности к сумме средств, потраченных на водоизоляционные мероприятия. Из анализируемого списка исключаются все скважины, проведение мероприятий в которых экономически малоэффективно.

Процедуры, выполненные на предыдущих этапах, дают возможность отобрать из всего фонда скважин только наиболее перспективные, в которых необходимо проведение адресных геофизических исследований для точного определения причин водопритоков.

Литература:

1. Проблемы в области технологий ремонтно-изоляционных работ, направления и результаты их исследований / В.Г. Уметбаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2001. – № 11. – С. 32–34.
2. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. – М. : Наука, 2000. – 414 с.
3. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.
4. Газификация удаленных населенных пунктов регионов россии с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
5. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
6. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.
7. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

Literature:

1. Problems in the field of repair-insulation technologies, directions and results of their research / V.G. Umetbaev [et al.] // Neftyanoye hozyistvo, 2001. – № 11. – P. 32–34.
2. Ibragimov L.Kh., Mischenko I.T., Cheloyants D.K. Intensification of oil production. – M. : Science, 2000. – 414 p.
3. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
4. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
5. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
6. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
7. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // In the collection: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

**ВЛИЯНИЕ БИОГЕННОЙ КОРРОЗИИ
НА ОБЪЕКТЫ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА**

**THE IMPACT OF BIOGENIC CORROSION
ON OIL AND GAS PRODUCTION FACILITIES**

Орлова Инна Олеговна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
assoletta77@mail.ru

Даценко Елена Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
aldac@mail.ru

Авакимян Наталья Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры общей математики,
Кубанский государственный технологический университет
avnatali@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние коррозионноактивных бактерий на нефтепромысловое оборудование. Показано, что результат жизнедеятельности таких бактерий (сероводород и сульфид железа) приводят к значительному материальному ущербу.

Ключевые слова: коррозия, биокоррозия, бактерии, ущерб, нефть, газ.

Orlova Inna Olegovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after Professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
assoletta77@mail.ru

Datsenko Elena Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after Professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
aldac@mail.ru

Avakimyan Natalya Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of General Mathematics Department,
Kuban State Technological University
avnatali@mail.ru

Annotation. The article discusses the effect of corrosive bacteria on oilfield equipment. It is shown that the result of the vital activity of such bacteria (hydrogen sulfide and iron sulfide) leads to significant material damage.

Keywords: corrosion, biocorrosion, bacteria, damage, oil, gas.

Биокоррозия вносит большие неприятности в повседневную жизнь промысла. Аварийность трубопроводов, отказы НКТ (и это при низких скоростях коррозии по результатам мониторинга), коррозия, снижение приемистости на нагнетательном фонде и снижение добычи на добывающем, рост сероводорода в воде исульфида железа в подготовкенефти – все эти факторы свидетельствуют о том, что проблема СВБ и биокоррозии на промысле существует. На ликвидацию последствийзатрачивается большое количество усилий (бригады ТКРС, экологический ущерб, увеличение дозировки деэмульгаторов, поглотителей сероводорода иингибиторовкоррозии).

Согласно данным некоторыхисследователей, на счет микроорганизмов может быть отнесено до 3/4 всех потерь от коррозии, а в нефтедобывающей промышленности и все 80 %, причем в основном за счет деятельности сульфатвосстанавливающих бактерий. Из анализа коррозионной ситуациина группе месторождений Краснодарского края известно, что одной из причин внутренней коррозии является деятельность сульфатвосстанавливающих бактерий, так как в продуктах коррозии содержится связанный H_2S . Об этом также свидетельствует следующее:

- наличие в пластовых водах сульфат-ионов;
- мшистая структура продуктов коррозии;
- окрашивание поверхности (в зеленый, коричневый, черный или коричнево-красный цвета);
- относительно высокое содержание воды в продуктах коррозии.

Ущерб подземному трубопроводу биокоррозия может причинить не только путем атаки снаружи – за счет разрушения изоляции, но и атаккой изнутри – непосредственно на металл. Причиной этого являются тионовые и СВ бактерии, попадающие в трубу вместе с нефтьюили газом из скважины.

Основная часть СВБ коррозии приходится на промысловые трубопроводы и инструменты. Необходимо учитывать, что при воздействии СВБ на металл микроорганизмы принимают участие в наиболее опасной части коррозионных процессов, а именно, в местных коррозионных разрушениях – питтинге, коррозионном растрескивании и так далее, на что указывает характер коррозионных повреждений.

Влияние СВБ на процесс коррозии объясняется одним или несколькими из следующих механизмов:

- прямое воздействие на скорость анодной или катодной реакции коррозионного процесса;
- создание коррозионной среды за счет образования агрессивных по отношению к металлу продуктов метаболизма.

Механизм стимулирующего коррозию действия СВБ обусловлен в значительной степени не столько непосредственным участием этих бактерий в коррозионном процессе, сколько воздействием продуктов их жизнедеятельности – сероводорода и затем сульфида железа.

В средах, содержащих сероводород биогенного происхождения, наряду с равномерной коррозией, часто наблюдают локальные поражения металла вследствие образования на поверхности местных сульфидных отложений и колоний микроорганизмов. При этом скорость коррозии в отдельных случаях достигает 10 мм/год и более. В настоящее время для защиты от коррозии применяются ингибиторы коррозии, применение которых в незамкнутых трубопроводных системах требуют больших материальных затрат. СВБ – живые организмы, и в открытых системах уничтожить их невозможно, но нужно обязательно выявлять и контролировать их, контролируя тем самым биокоррозию.

Литература:

1. Багдасарова Ю.А., Багдасаров Р.С. Физико-химические основы коррозии: учеб. пособ. – СамГТУ, 2005. – 98 с.
2. Защита трубопроводов от коррозии: учеб. пособие / Ф.М. Мустафин [и др.]. – СПб. : ООО «Недра», 2005. – Т. 1. – 620 с.

3. Ивановский В.Н. Коррозия скважинного оборудования и способы защиты // Территории нефтегаз. – 2011. – № 18.
4. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.
5. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
5. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
7. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.
8. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

Literature:

1. Bagdasarova Yu.A., Bagdasarov R.S. Physical and chemical bases of corrosion: textbook // SamGTU, 2005. – 98 p.
2. Protection of pipelines from corrosion: textbook / F.M. Mustafin [et al.]. – SPb. : ООО Nedra, 2005. – Vol. 1. – 620 p.
3. Ivanovskiy V.N. Corrosion of downhole equipment and ways of protection // Territory of Oil and Gas. – 2011. – № 18.
4. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
5. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
6. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
7. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
8. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОГРАНИЧЕНИЯ И ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРИТОКОВ

BASIC METHODS OF LIMITING AND ISOLATING WATER FLOWS

Орлова Инна Олеговна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
assoletta77@mail.ru

Даценко Елена Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
aldac@mail.ru

Авакимян Наталья Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры общей математики,
Кубанский государственный технологический университет
avnatali@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема водопритоков к работающей скважине. Приведена классификация методов ограничений водопритоков.

Ключевые слова: скважина, водоприток, изоляция, ограничение, составы.

Orlova Inna Olegovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
assoletta77@mail.ru

Datsenko Elena Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
aldac@mail.ru

Avakimyan Natalya Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of General Mathematicians Department,
Kuban State Technological University
avnatali@mail.ru

Annotation. The problem of water flows to a working well is considered. The classification of methods for limiting water flows is given.

Keywords: well, water supply, isolation, restriction, compositions.

В настоящее время состояние месторождений на большей части территории Российской Федерации характеризуется высокой степенью выработки запа-

сов углеводородных полезных ископаемых, их добыча сопровождается сопутствующими процессами снижения уровня добычи нефти и ростом обводнённости добываемой продукции. Процент обводнённости подавляющей части скважин составляет 90 % и более, из-за чего происходит падение темпов отбора нефти, возрастают затраты на сбор и утилизацию попутной воды. Соответственно, в подобных условиях важность применения водоизоляционных работ в скважинах добывающего фонда значительно возрастает. За последние годы произошло внушительное увеличение количества водоизоляционных составов.

Существуют различные подходы к решению проблемы ограничения водопритоков: создание экранов и барьеров с применением различных химических составов, использование технических средств и технологических приемов.

На рисунке 1 приведена классификация методов ограничения и изоляции водопротоков в скважинах по современному состоянию ремонтно-изоляционных работ.

Учитывая механизм образования водоизолирующих масс и физико-химических правил воздействия на вмещающую среду, условно можно выделить 5 групп химических реагентов, используемых для водоизоляции:

- отверждающиеся;
- гелеобразующие;
- осадкообразующие;
- гидрофобизаторы;
- пены и эмульсии.

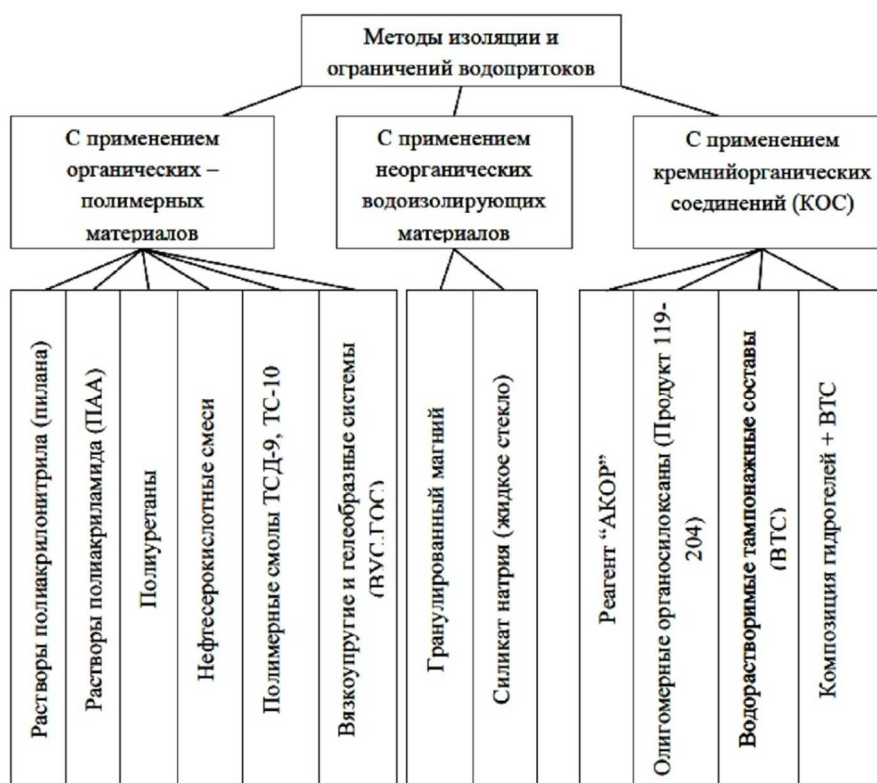


Рисунок 1 – Классификация основных методов ограничения и изоляции водопритоков

Отверждающиеся составы – химические реагенты, образующие после отвердевания прочную конденсационно-кристаллизационную пространственную структуру по всему объему материала, то есть растворимую в нефти и нерастворимую в водной среде, (органические – синтетические смолы различного типа, неорганические – цементы). Как правило, такие реагенты являются неселективными без применения специальных технических средств и технологических приёмов.

Гелеобразующие составы – химические реагенты неорганической и органической природы, приводящие к образованию пространственных гелеобразных систем с водой или неводной дисперсионной средой. Основные химические реагенты для образования гелевых структур приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Гелеобразующие химические реагенты

Наименование	Химические реагенты
1. Полимеры акриловых кислот и их производных	Полиакриламиды и сополимеры акриламида Гипан
2. Мономерные соединения	Акриламид Стирол
3. Производные целлюлозы	Карбоксиметилцеллюлоза Оксиэтилированная целлюлоза Метилцеллюлоза Лигносульфонат
4. Биополимеры	Ксантан Склероглюкан Эмульсан БП-92

Осадкообразующие – химические реагенты, использование которых в пластовых ситуациях приводит к выпадению нерастворимого осадка (твердого или гелеподобного вида) в водонасыщенных зонах. Образование осадка может происходить как при взаимодействии реагентов между собой, так и при контакте с водой и с растворенными в ней солями.

Гидрофобизаторы – реагенты, применение которых основано на гидрофобизации поверхности пород призабойной зоны, что приводит к снижению ее водонасыщенности. В этом случае применяются ПАВ, аэрированные жидкости и другие, химические гидрофобизирующие реагенты.

Пенные системы – системы, состоящие из жидкости и воздуха, образуемые при закачивании газов в жидкости или в результате взаимодействия химических реагентов. Закачивание пенных систем в поровое пространство позволяет перекрывать пути продвижения воды вследствие прилипания к поверхности водопроводящих каналов пузырьков газа и образования пленок из коллоидно-дисперсных соединений.

Эмульсии – системы, состоящие из углеводородной и водной фаз, стабилизированные эмульгатором. Применяются в основном для обработки нагнетательных скважин.

Данный подкомплекс химических реагентов достаточно условен, так как многие вещества могут образовывать разные типы водоизолирующих масс в зависимости от конкретных условий, к тому же, большинство из них используются сейчас не в чистом виде, а в составе разнообразных композиций.

Для ограничения водопритоков предлагалось использовать значительное количество химических реагентов, однако реальное применение на практике получили лишь некоторые.

Литература:

1. Проблемы в области технологий ремонтно-изоляционных работ, направления и результаты их исследований / В.Г. Уметбаев [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 11. – С. 32–34.
2. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти // Наука, 2000. – М. – 414 с.

3. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

4. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

5. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

6. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.

7. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

Literature:

1. Problems in the field of repair-insulation technologies, directions and results of their research / V.G. Umetbaev [et al.] // Neftyanoye bukhodya. – 2001. – № 11. – P. 32–34.

2. Ibragimov L.Kh., Mishchenko I.T., Cheloyants D.K. Intensification of oil production // Nauka, 2000. – М. – 414 p.

3. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

4. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

6. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

7. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

8. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

ФРАКТАЛЬНАЯ РАЗМЕРНОСТЬ КРИВОЙ ПАДЕНИЯ

FRactal Dimension of the Incidence Curve

Орлова Инна Олеговна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
assoletta77@mail.ru

Авакимян Наталья Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры общей математики,
Кубанский государственный технологический университет
avnatali@mail.ru

Даценко Елена Николаевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
aldac@mail.ru

Аннотация. В статье показано, что кривые падения обладают фрактальной размерностью. Определение фрактальной размерности конкретной кривой может позволить прогнозировать и оперативно контролировать работу добывающих газовых скважин.

Ключевые слова: фракталы, ломаная, кривые, размерность, скважины, дебит.

Orlova Inna Olegovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
assoletta77@mail.ru

Avakimyan Natalya Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of General Mathematics Department,
Kuban State Technological University
avnatali@mail.ru

Datsenko Elena Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Oil and Gas Engineering Department
named after professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
aldac@mail.ru

Annotation. The article shows that the incidence curves have a fractal dimension. Determining the fractal dimension of a particular curve can make it possible to predict and quickly monitor the operation of producing gas wells.

Keywords: fractals, polyline, curves, dimension, wells, flow rate.

Часто данные, которые получены в результате эксперимента, обладают элементами фрактальности. Поэтому фрактальный анализ эмпирических данных является приемлемым.

Созданная Бенуа Мандельбротом теория фракталов впервые была применена для расчета длины береговой линии Великобритании. Пользуясь разработанной для этого методикой можно рассчитать фрактальную длину любой кривой на плоскости. Кривые падения также обладают фрактальностью. Это понятие может употребляться, когда рассматриваемая фигура обладает какими-либо из перечисленных ниже свойств:

- обладает нетривиальной структурой на всех шкалах. В этом отличие от регулярных фигур (таких, как окружность, эллипс, график гладкой функции): если мы рассмотрим небольшой фрагмент регулярной фигуры в очень крупном масштабе, он будет похож на фрагмент прямой. Для фрактала увеличение масштаба не ведёт к упрощению структуры, на всех шкалах мы увидим одинаково сложную картину;

- является самоподобной или приближённо самоподобной;
- обладает дробной метрической размерностью или метрической размерностью, превосходящей топологическую;
- может быть построена при помощи рекурсивной процедуры.

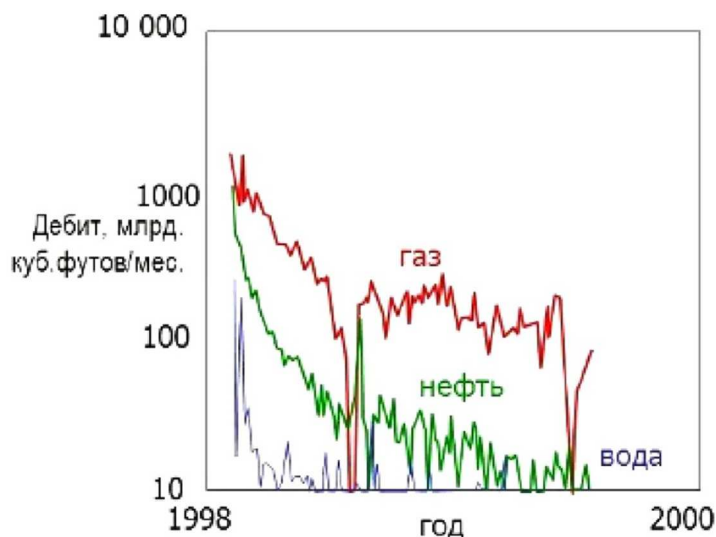


Рисунок 1 – Динамика добычи скважин Вой-Вожского месторождения

В работе [2] проводился расчет фрактальной размерности ломанной, описывающей динамику добычи газовых скважин Вой-Вожского месторождения. Ломаную, построенную в определенном масштабе, измеряли с помощью циркуля, последовательно изменяя его шаг от 10 до 2 мм. Затем был построен график зависимости логарифма количества отрезков заданной длины от логарифмов длин отрезков.

Находилась уравнение линии тренда, из которого определялась размерность Хаусдорфа-Безиковича. Исследованию были подвергнуты линии распределения объемов добычи флюида по времени по 5 скважинам (№ 34, № 36, № 33, № 37, № 39), которые были построены в одном масштабе. Изучался отрезок времени продолжительностью 9 лет. На основании полученных данных был построен график зависимости размерности Хаусдорфа-Безиковича D_H от времени t , из которого видно, что каждому режиму работы скважины соответствует свой интервал фрактальной размерности (режим максимальных дебитов, режим резкого снижения дебитов, режим стабильно низких дебитов). Таким образом, полученные данные дают возможность использования фрактальной размерности Хаусдорфа-Безиковича, в качестве инструмента оперативного контроля и прогнозирования дебитов добывающих газовых скважин.

Фрактальная размерность, является показателем сложности кривой. Анализируя чередование участков с различной фрактальной размерностью и тем, как на систему воздействуют внешние и внутренние факторы, можно научиться предсказывать поведение системы, диагностировать и, самое главное, контролировать ее состояния.

Литература:

1. Быков И.Н. Исследование фонда добывающих газовых скважин Вой-Вожского месторождения с применением фрактального анализа // Материалы X Международной молодежной научной конференции «Севергеоэкотех–2009». – 2009. – С. 45–49.

2. Мальшаков А.В. Анализ процесса выработки запасов нефти из залежи и определение фрактальной характеристики дренируемых запасов // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 8. – С. 38–41.

3. Определение фрактальной размерности фронта вытеснения нефти водой на основе данных нормальной эксплуатации скважин / Б.А. Сулейманов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 12. – С. 111–115.

4. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

5. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

6. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

7. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.

8. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

Literature:

1. Bykov I.N. Research of the stock of producing gas wells of Voy-Vozhskoye field using fractal analysis // Proceedings of the X International Youth Scientific Conference «Severgeoeekotech-2009». – 2009. – P. 45–49.

2. Malshakov A.V. Analysis of the process of extraction of oil reserves from the deposit and determination of the fractal characteristics of the drained reserves // Oil Economy. – 2009. – № 8. – P. 38–41.

3. Determination of fractal dimension of oil displacement front with water on the basis of data of normal well operation / B.A. Suleymanov [et al.]. – 2011. – № 12. – P. 111–115.

4. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

5. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

6. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

7. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

8. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereshchenko [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ
НА ИНТЕНСИВНОСТЬ НАБУХАНИЯ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД**

**STUDY OF THE EFFECT OF CHEMICAL REAGENTS
ON THE INTENSITY OF SWELLING OF CLAY ROCKS**

Паплинский Александр Николаевич

магистрант,
Ухтинский государственный технический университет
sasha.paplinskiy@mail.ru

Уляшева Надежда Михайловна

кандидат технических наук, профессор,
заведующая кафедрой бурения,
Ухтинский государственный технический университет
nulyasheva@ugtu.net

Близнюков Владимир Юрьевич

доктор технических наук, профессор,
академик РАЕН
vublzn@yandex.ru

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы предупреждения объемных изменений глинистых пород при использовании буровых растворов на водной основе. Представлены результаты экспериментальных исследований влияния буровых растворов и химических реагентов на изменение степени и интенсивности набухания искусственных глинисто-песчаных образцов.

Ключевые слова: буровой раствор, полимерные системы, химические реагенты, набухание, устойчивость стенок скважин, глинистая порода, тестер набухания, ингибитор набухания глин, минерализатор.

Paplinskiy Aleksander Nikolaevich

Undergraduate,
Ukhta State Technical University
sasha.paplinskiy@mail.ru

Ulyasheva Nadezhda Mikhaelovna

Candidate of Technical Sciences, Professor,
Manager of Department of Drilling,
Ukhta State Technical University
nulyasheva@ugtu.net

Bliznyukov Vladimir Yuryevich

Doctor of Technical Sciences, Professor
vublzn@yandex.ru

Annotation. The paper discusses the issues of preventing volumetric changes in clay rocks when using water-based drilling fluids. The results of experimental studies of the effect of drilling fluids and chemical reagents on the change in the degree and intensity of swelling of artificial clay-sand samples are presented.

Keywords: drilling mud, polymer systems, chemicals, swelling, wellbore stability, clay rock, swelling tester, clay swelling inhibitor, mineralizer.

В о время строительства нефтяных и газовых скважин значительные затраты времени и материальных ресурсов приходится на предупреждение и ликвидацию геологических осложнений, связанных с нарушением устойчивости стенок скважины, образованием желобов, поглощениями бурового и цементного растворов, прихватами бурового инструмента и так далее. На интенсивность проявления практически всех видов осложнений оказывает влияние состав и свойства (физико-химические и технологические) буровых растворов, используемых при углублении скважины. Причем в наибольшей степени это относится к проявлениям действия горного давления в глинистых породах различной степени литификации [1, с. 27]. От правильного выбора промывочной жидкости зависят сроки проводки скважины в целом, механическая скорость бурения, снижение вероятности инцидентов на осложненных участках, а также конечная стоимость проекта. В настоящее время разработано и используется сервисными компаниями значительное количество буровых растворов на водной и неводной основе, предназначенных для предупреждения гидратационных процессов в породах, минералогический состав которых представлен в основном смектитам (монтмориллонит) и иллитами. К сожалению, учесть все моменты, влияющие на негативные процессы в глинистых породах, особенно литифицированных, практически невозможно [2, с. 24]. Это подтверждается результатами строительства скважин в сложных горно-геологических условиях на месторождениях Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (Кыртаельское, Лиственичное, имени А. Титова и другие нефтяные месторождения) [3, с. 55].

На кафедре Бурения Ухтинского государственного технического университета проведен большой объем экспериментальных исследований по оценке влияния буровых растворов на водной и неводной основе на интенсивность набухания с использованием образцов, имитирующих глинистую и глинисто-песчаную породы. Исследования проводилось на тестере продольного набухания компании OFITE (США) (рис. 1). В данной работе представлены только некоторые результаты с использованием «таблеток», представляющих собой глинисто-песчаные смеси с соотношением глины (немодифицированный бентонит) и кварцевого песка 4 : 1 и 3 : 2.

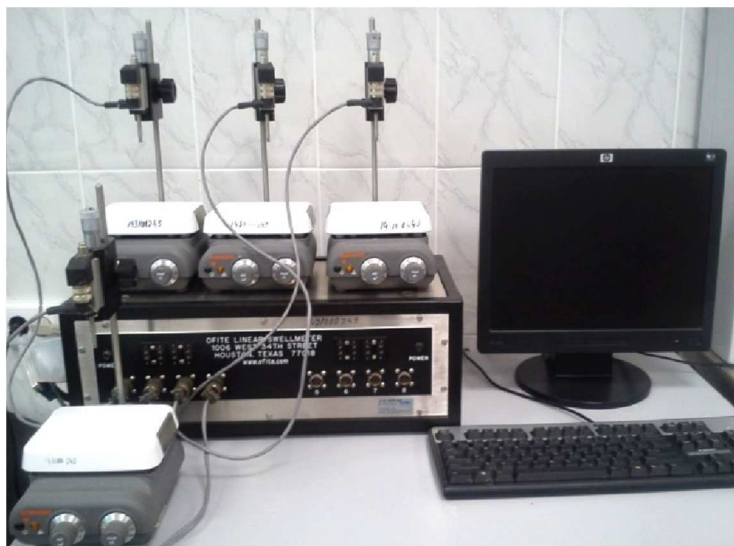


Рисунок 1 – Тестер продольного набухания

На рисунке 2 показаны глинопесчаные образцы, изготовленные с помощью компактора. Слева расположены «таблетки», в которых содержание глины составляет 60 %, а справа 80 %. Исследования проводились при температуре 20–22 °С с имитацией циркуляции бурового раствора.

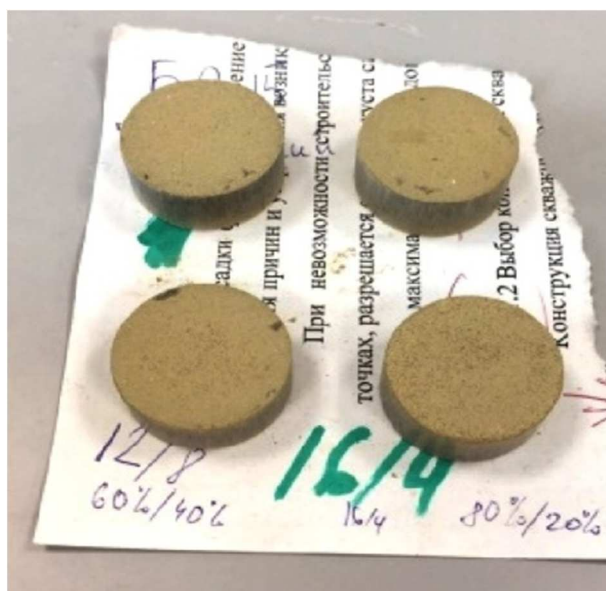


Рисунок 2 – Глинопесчаные образцы

Исследования проводились с использованием следующих буровых растворов (табл. 1):

- Утяжеленный пресный стабилизированный глинистый раствор;
- Безглинистый полимер-калиевый ингибирующий раствор;
- Полимерный безглинистый ингибирующий раствор с совместной обработкой солями калия и натрия (KCl и NaCl).

Таблица 1 – Состав и свойства буровых растворов

Название раствора	Состав, кг/м ³	Плотность, кг/м ³	СНС ₁ , Па	СНС ₁₀ , Па	Показатель фильтрации, см ³ /30 мин
Глинистый (УВ – 30–40 с)	Бентонит – 50 РАС LV – 3 Baracarb – 100 МК–5 – 20	1140	2,3	4,1	10–12
Полимер-калиевый (УВ – 30–40 с)	Duovis – 6 Кальцинированная сода – 2 Каустическая сода – 2 РАС R – 4 РАС LV – 4,5 KCl – 50 Крахмальный реагент – 6 Пеногаситель – 3 МК–5 – 50 Углеродный продукт (гранулированная сажа и мелко-дисперсный сферический графит) – 10 Baracarb – 220	1140	1,8	2,2	5
Полимерный минерализованный-по KCl и NaCl (УВ – 30–40 с)	Duovis – 6 Кальцинированная сода – 2 Каустическая сода – 2 РАС R – 4 РАС LV – 4,5 KCl – 50 NaCl – 50 Крахмальный реагент – 6 Пеногаситель – 3 МК–5 – 50 Baracarb – 200	1140	1,7	2,4	4

Результаты исследования кинетики набухания глинопесчаных образцов представлены в виде графических зависимостей (рис. 3).

Как видно из рисунка 3, образцы, в которых концентрация песка выше, набухают более интенсивно. Это связано с тем, в присутствии песка проницаемость образца повышается. Из графика видно, что при содержании песка 40 %, максимальную степень набухания показывает образец, взаимодействовавший с глинистым раствором (8,7 %), на втором месте находится образец, на который воздействовал полимерный раствор с добавлением солей калия и натрия (8,4 %), на третьем месте – в полимер-калиевом растворе (7,85 %). Сами образцы после воздействия растворов представлены на рисунках 4–6.

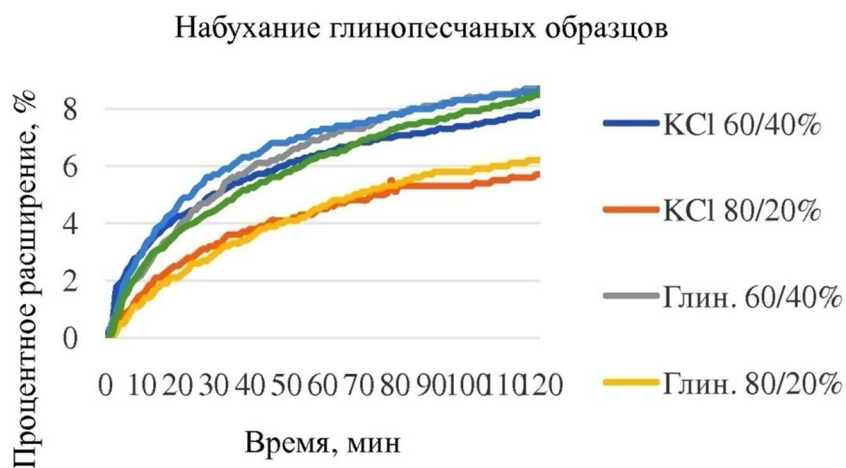


Рисунок 3 – Кинетика набухания глинопесчаных образцов

Что касается образцов, содержание песка в которых составляет 20 %, то на первом месте по степени набухания располагается образец, контактировавший с безглинистым полимерным раствором с добавлением солей калия и натрия (8,4 %), на втором месте – в утяжеленном глинистом растворе (6,2 %), а на третьем месте – в полимер-калиевый буровой раствор (5,7 %).



Рисунок 4 – Глинопесчаные образцы после 2-х часов в полимер-калиевом буровом растворе



Рисунок 5 – Глинопесчаные образцы после 2-х часов в утяжеленном глинистом растворе

Анализ графиков (рис. 3) показывает большое количество «ступенек», что свидетельствует об инкубационных периодах каждого отдельного образца. Инкубационный период – требуемое время для появления в горной породе расклинивающего эффекта в результате взаимодействия с промывочной жидкостью. Это подтверждается исследованиями И.В. Ивениной [4, с. 25]. На графике четко видны периоды, когда увлажнение образца приостанавливается, образуются «ступеньки», которые сменяются периодами ускорения насыщения образцов влагой. При этом чем выше степень увлажнения образца, тем дольше паузы в насыщении образца буровым раствором.

Таким образом, для выбора оптимальной рецептуры бурового раствора при проектировании строительства скважины необходимо учитывать глинистость, проницаемость и плотность горной породы, а также длительность взаимодействия породы с промывочной жидкостью.



Рисунок 6 – Глинопесчаные образцы после 2-х часов в полимерном растворе с добавлением солей калия и натрия

Анализируя полученные результаты эксперимента, можно с уверенностью сказать, что при отношении глины и песка 60 % на 40 %, а также при отношении 80 % на 20 % наиболее оптимальным решением будет использование полимер-калиевого бурового раствора. Но стоит отметить, что этот вывод справедлив только для монтмориллоновых глинистых пород. При этом можно отметить, что совместная обработка промывочной жидкости солями калия и натрия не только не придает раствору лучших ингибирующих свойств, а наоборот вызывает усиленное набухание, что напрямую связано с диспергирующей способностью ионов натрия (Na^+).

Литература:

1. Войтенко В.С. Прикладная геомеханика в бурении. – М. : Недра, 1990. – 252 с.
2. Физико-химические методы борьбы с осложнениями / Н.М. Уляшева [и др.]. – Ухта : УГТУ, 2015. – 119 с.
3. Уляшева Н.М., Вороник А.М. К вопросу строительства скважин в условиях кавернообразования в глинистых отложениях различной степени литификации // Инженер-нефтяник. – 2014. – № 4. – С. 55–59.
4. Ивенина И.В., Уляшева Н.М. К вопросу увлажнения глинистых пород в водных растворах электролитов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 4. – С. 24–27.

Literature:

1. Voitenko V.S. Applied geomechanics in drilling. – M.: Nedra, 1990. – 252 p.
2. Physico-chemical methods of combating complications / N.M. Ulyasheva [et al.]. – Ukhta : UGTU, 2015. – 119 p.
3. Ulyasheva N.M., Voronik A.M. To the question of well construction in conditions of cavern formation in clayey sediments of different degrees of lithification // Engineer-oilman. – 2014. – № 4. – P. 55–59.
4. Ivanina I.V., Ulyasheva N.M. To the question of wetting of clayey rocks in water electrolyte solutions // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – № 4. – P. 24–27.

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГПА**

**ANALYSIS OF METHODS FOR PREDICTING CHANGES
IN THE TECHNICAL STATE OF THE GPU**

Паранук Арамбий Асланович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
rambi.paranuk@gmail.com

Румянцев Сергей Васильевич

аспирант кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Субочев Олег Геннадьевич

аспирант кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной работе приводится анализ методов прогнозирования изменения технического состояния ГПА. Приведена схема прогнозирования изменения технического состояния ГПА. Проанализированы дефекты и неисправности ГПА в процессе эксплуатации их классификация. Рассмотрены типичные неисправности возникающие при эксплуатации ГПА в условия компрессорной станции.

Ключевые слова: магистральные трубопроводы, газоперекачивающих агрегат (ГПА), транспортная система (ТС).

Paranuk Arambiy Aslanovich

Associate Professor of the Department of Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
rambi.paranuk@gmail.com

Rumyantsev Sergey Vasilievich

Postgraduate student of the Department of Equipment of Oil and Gas Fields
Institute of «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University

Subochev Oleg Gennadyevich

Postgraduate student of the Department of Equipment of Oil and Gas Fields
Institute of «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. This paper provides an analysis of methods for predicting changes in the technical state of the GPU. A scheme for predicting changes in the technical state of the GPU is presented. Defects and malfunctions of the GPU in the process of operation and their classification are analyzed Typical malfunctions arising during the operation of the GPU in the conditions of the compressor station are considered.

Keywords: main pipelines, gas pumping unit (GPU), transport system (TS)

Введение. Современные магистральные трубопроводы являются сложными техническими сооружения, которые обеспечивают поставки углеводородного

сырья на мировые рынки и потребителям. Надежная работа магистрального трубопровода является актуальной задачей для предприятий трубопроводного транспорта. Можно отметить что основным элементом магистрального трубопровода является компрессорная станция, которая включает в себя компрессорный цех состоящий из газоперекачивающих агрегатов. В связи с этим можно утверждать, что надежная работа газоперекачивающих агрегатов обеспечивает надежную работу магистрального газопровода в целом [2, 4, 6].

Проблема прогнозирования технического состояния ГПА является достаточно сложной задачей для предприятия трубопроводного транспорта.

Основной интерес, как в теоретическом, так и в прикладном плане представляет проблема индивидуального прогноза работоспособности и ресурса узлов и элементов, а также ГПА в целом по результатам наблюдений за его состоянием в процессе эксплуатации [1].

Целью прогнозирования является определение критического состояния до замены элементов или до капитального ремонта ГПА, а также определение наработки ГПА до последующего ППР. Зная функцию изменения диагностического параметра в зависимости от наработки, значения этой функции, когда система находится в критическом состоянии, а также ее значения в момент, когда происходит диагностирование, можно определить остаточные ресурсы системы, т.е. на какую величину наработки диагностируемую систему можно эксплуатировать без замены износившихся элементов [1, 3].

Таким образом, первым этапом прогнозирования технического состояния агрегата является определение остаточного ресурса, которое заключается в установлении момента времени возникновения какой-либо неисправности и достижения ГПА состояния утраты работоспособности. Процесс прогнозирования ТС ГПА, можно представить в следующей последовательности этапов:

- сбор и подготовка исходных статистических данных;
 - выбор и обоснование прогнозирующих функций (ПФ);
 - обработка исходных и дополнительных данных для определения неизвестных параметров ПФ;
 - собственно прогнозирование, т.е. вычисление прогнозных значений процессов в данный момент времени [1, 2, 4].
- Общая схема прогнозирования представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема прогнозирования изменения технического состояния ГПА [1, 5]

Кроме выше приведенной схемы необходимо использовать методы математической статистики для составления и прогнозирования отказов и неисправности ГПА. Прогнозирование неисправности ГПА имеет особое значение. Но перед этим необходимо идентифицировать причину неисправности. В общем случае все дефекты и неисправности ГПА в процессе эксплуатации подразделяются на [5]:

- а) неисправности, возникающие из-за:
 - ошибок персонала, в основном связанные с тем, что исполнители по окончании ремонтных работ оставляют в компрессоре посторонние предметы (инструменты, гайки и т.д.);
 - неточной установки деталей или агрегатов после замены, разрегулировки, дефектов вновь устанавливаемых элементов;
 - небрежности проведения ремонтных работ и недостаточной чистоты выполнения ремонтных операций; – неправильного определения области допустимых режимов работы в зависимости от внешних условий, превышения времени работы на недопустимых режимах [4];

б) неисправности, появляющиеся вследствие нарушения функционирования систем, обеспечивающих заданные параметры работы, возникшие из-за некачественного технического обслуживания, неправильной работы электрических, гидравлических и пневматических систем по причине загрязнения или использования некондиционных жидкостей или газов, дефектов устройств герметизации, конструктивных недоработок [7, 8];

в) дефекты, развивающиеся в результате изнашивания деталей установки, образования отложений на лопатках турбин и роторов, в камере сгорания, несоответствия зазоров в сопряжениях заданным величинам, ухудшения качества, несущей способности и повышения температуры смазки [6–8];

г) коррозионные процессы;

д) механические повреждения деталей проточной части и подшипников при попадании в них посторонних предметов и частиц из внешней среды;

е) деформации и разрушения деталей узлов агрегата по конструктивным, производственным и эксплуатационным причинам [10–12];

ж) нарушение регулировки агрегатов и систем, в результате ослабления креплений и изменения соосности узлов и механизмов;

з) нарушения режимов работы узлов и систем вследствие принятия руководством компрессорной станции неадекватных решений.

Следует отметить, что наличие дефектов не обязательно свидетельствует о критическом состоянии системы или потере целостности конструкции, но обязательно о снижении ее несущей способности, вследствие неблагоприятного сочетания концентраций напряжений в дефектной зоне изменения зазоров, формы элементов и несущих поверхностей, ухудшении условий газодинамического течения газа в проточной части компрессора и т.д. Опыт эксплуатации ГПА показывает, что место и момент времени проявления неисправности не всегда совпадают с местом и моментом ее возникновения. Так, например, разрушение подшипников ротора центробежного нагнетателя сопровождается выносом 32 металлических частиц, которые при циркуляции масла в маслосистеме осаждаются на маслофильтрах и обнаруживаются при осмотре фильтра на неработающем двигателе. Осмотр же фильтров производится, как правило, через значительный промежуток времени работы двигателя. Кроме того, обнаружение металлических частиц на фильтре не указывает конкретного места возникновения неисправности.

Выводы. Таким образом, в данной работе проанализированы виды неисправности ГП, приведена схема прогнозирования изменения технического состояния ГПА. Приведены примеры неисправности ГПА в условиях эксплуатации.

Литература:

1. Семенов А.С. Классификация и анализ эксплуатационных неисправностей газоперекачивающих агрегатов // Сб. науч. тр. «Нефть и газ. Новые технологии в системах транспорта». – Тюмень : ТюмГНГУ, 2004. – С. 65–69.

2. Паранук А.А., Хрисониди В.А., Мамий С.А. Газоперекачивающие агрегаты. – Изд: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России. – Краснодар.

3. Акимов В.А., Фалеев М.И. Надежность технических систем и техногенный риск. – М. : Деловой экспресс, 2002. – 367 с.

4. Трубопроводный транспорт нефти и газа : Учебное пособие / П.С. Кунина [и др.]. – Майкоп, 2020.

5. Диагностическое обеспечение ГТУ нового поколения авиационного типа: научно-технический сборник / В.Ф.Бандалетов [и др.] // Диагностика оборудования и трубопроводов. – М. : ИРЦ Газпром, 1999. – № 1. – С. 13–16.

6. Паранук А.А., Румянцев С.В., Сурин А.А. Комплексная оценка вала ГПА методами вибродиагностики // актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика. Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2020. – С. 85–87.

7. Паранук А.А., Румянцев С. В., Гурьев Д.М. Диагностика гпа в условиях компрессорных станций // Актуальные вопросы современной науки: теория, методология,

практика, инноватика. Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2020. – С. 81–84.

8. Паранук А.А., Румянцев С.В., Субочев О.Г. Методы вибродиагностики ГПА // Актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика. Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2020. – С. 79–81.

9. Влияние тепловых эффектов и механических повреждений на работоспособность гидродинамических упорных подшипников скольжения ГПА / М.К. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2016. – № 2 (48). – С. 20–22.

10. Методы контроля технического состояния газоперекачивающих агрегатов по параметрам вибрации / П.С. Кунина [и др.] // Образование. Наука. Научные кадры. – 2015. – № 4. – С. 199–205.

11. Сидоренко М.К. Виброметрия газотурбинных двигателей. – М. : Машиностроение, 1973. – 224 с.

12. Оценка технического состояния узлов газоперекачивающих агрегатов как модель колебательной системы / А.А. Паранук [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2015. – № 4 (43). – С. 88–90.

Literature:

1. Semenov A.S. Classification and analysis of operational faults of gas-compressor units // Collection of scientific works. «Oil and gas. New technologies in transport systems». – Tyumen : TyumSOGU, 2004. – P. 65–69.

2. Paranuk A.A., Khrononidi V.A., Mamiy S.A. Gas-pumping units. – Ed. by: FGBU «Russian Energy Agency» of Ministry of Energy of Russia Krasnodar CSTI – Branch of FGBU «REA» of Ministry of Energy of Russia. – Krasnodar.

3. Akimov V.A., Faleev M.I. Reliability of Technical Systems and Technogenic Risk. – M. : Business Express, 2002. – 367 p.

4. Pipeline transportation of oil and gas / P.S. Kunina [et al.] // Textbook. – Maykop, 2020.

5. Diagnostic support of the new-generation aviation-type gas-turbine unit: a nauchno-technical collection / V.F. Bandaletov [et al.] // Equipment and pipelines diagnostics. – M. : IRC Gazprom, 1999. – № 1. – P. 13–16.

6. Paranuk A.A., Rummyantsev S.V., Surin A.A. Complex assessment of the shaft of GPA by vibrodiagnostic methods // In the collection: actual issues of modern science: theory, methodology, practice, innovation. Collection of scientific papers on the materials of the IV International Scientific Conference. – Ufa, 2020. – P. 85–87.

7. Paranuk A.A., Rummyantsev S. V., Guryev D.M. Diagnosis of gas in the conditions of compressor stations // In the collection: current issues of modern science: theory, methodology, practice, innovation. Collection of scientific papers on the materials of the IV International Scientific and Practical Conference. – Ufa, 2020. – P. 81–84.

8. Paranuk A.A., Rummyantsev S.V., Subochev O.G. Methods of vibrodiagnostics GPA // In the collection: current issues of modern science: theory, methodology, practice, innovation. Collection of scientific papers on the materials of the IV International Scientific Conference. – Ufa, 2020. – P. 79–81.

9. Influence of thermal effects and mechanical damages on the serviceability of hydrodynamic thrust bearings of GPA sliding bearings / M.K. Abessolo [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2016. – № 2 (48). – P. 20–22.

10. Methods of monitoring the technical condition of gas compressor units by vibration parameters / P.S. Kunina [et al.] // Education. Nauka. Scientific personnel. – 2015. – № 4. – P. 199–205.

11. Sidorenko M.K. Vibrometry of gas-turbine engines. – M. : Mashinostroenie, 1973. – 224 p.

12. Assessment of the technical condition of gas-pumping units units as a model of vibration system / A.A. Paranuk [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2015. – № 4 (43). – P. 88–90.

СТАДИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

STAGES OF FIELD DEVELOPMENT

Петросьян Аванес Вардгесович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна
«института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
petrosjanavanes01@yandex.ru

Чернякович Егор Николаевич

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor.ch2020@gmail.com

Молодых Анна Сергеевна

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor.ch2020@gmail.com

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Шек Виктория Викторовна

студентка группы 17-НБ-ТМ1
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
shiekv1999@mail.ru

Аннотация. Описаны стадии разработки месторождений и их характеристика.

Ключевые слова: разработка месторождений, показатели разработки залежей, динамика добычи.

Petrosyan Avanes Vardgesovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
petrosjanavanes01@yandex.ru

Chernyakovich Egor Nikolaevich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
egor.ch2020@gmail.com

Molodykh Anna Sergeevna

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
egor.ch2020@gmail.com

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Shek Victoria Viktorovna

Student of the group 17-NB-TM1
Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
shiekv1999@mail.ru

Annotation. Stages of field development and their characteristics are described.

Keywords: field development, indicators of deposit development, production dynamics.

Стадия – это период процесса разработки, характеризующийся определенным закономерным изменением технологических и технико-экономических показателей. Под технологическими и технико-экономическими показателями процесса разработки залежи понимают текущую (среднегодовую) и суммарную (накопленную) добычу нефти, текущую и суммарную добычу жидкости (нефти и воды), обводненность добываемой жидкости n_v (отношение текущей добычи воды к текущей добыче жидкости), текущий и накопленный водонефтяной фактор (отношение добычи воды к добыче нефти), текущую и накопленную закачку воды, компенсацию отбора закачкой (отношение закачанного объема к отобранному при пластовых условиях), коэффициент нефтеотдачи, число скважин (добывающих, нагнетательных), пластовое и забойное давления, текущий газовый фактор, средние дебит добывающих и приемистость нагнетательных скважин, себестоимость продукции, производительность труда, капитальные вложения, эксплуатационные расходы, приведенные затраты и др.

По динамике добычи нефти выделяют четыре стадии процесса разработки залежей пластового типа в гранулярных коллекторах при водонапорном режиме (рис. 1). Графики построены в зависимости от безразмерного времени τ , представляющего собой отношение накопленной добычи жидкости к балансовым запасам нефти.

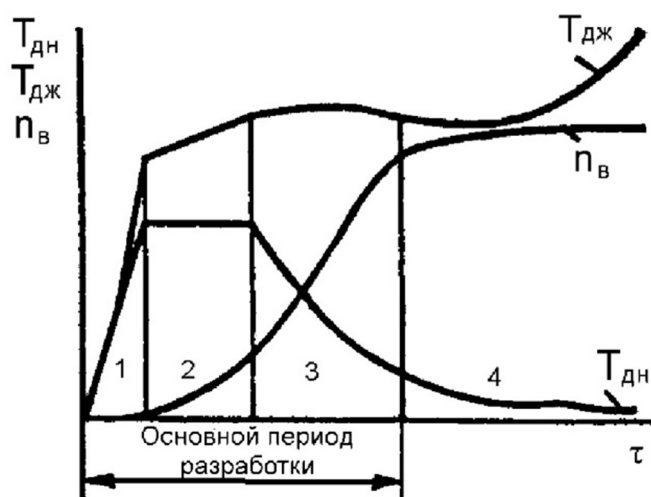


Рисунок 1 – Типовая динамика темпа добычи нефти $T_{дн}$, жидкости $T_{дж}$ и обводненности продукции n_v при водонапорном режиме:

- 1 – освоение эксплуатационного объекта; 2 – поддержание высокого уровня добычи нефти;
- 3 – значительное снижение добычи нефти; 4 – завершающая

Стадии разработки:

Первая стадия – освоение эксплуатационного объекта – характеризуется:

- 1) интенсивным ростом добычи нефти до максимально заданного уровня (прирост составляет примерно $1 \div 2$ % в год от балансовых запасов);
- 2) быстрым увеличением действующего фонда скважин до $0,6 \div 0,8$ от максимального;
- 3) резким снижением пластового давления;
- 4) небольшой обводненностью продукции n_v (обводненность продукции достигает $3 \div 4$ % при вязкости нефти не более $5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ и 35 % при повышенной вязкости);
- 5) достигнутым текущим коэффициентом нефтеотдачи K_n (около 10 %).

Продолжительность стадии зависит от промышленной ценности залежи и составляет $4 \div 5$ лет, за окончание стадии принимается точка резкого перегиба кривой темпа добычи нефти $T_{дн}$ (отношение среднегодового отбора нефти к балансовым ее запасам).

Вторая стадия – поддержание высокого уровня добычи нефти – характеризуется:

- 1) более или менее стабильным высоким уровнем добычи нефти (максимальный темп добычи нефти находится в пределах $3 \div 17$ %) в течение $3 \div 7$ лет и более для месторождений с маловязкими нефтями и $1 \div 2$ года – при повышенной вязкости;
- 2) ростом числа скважин, как правило, до максимума за счет резервного фонда;
- 3) нарастанием обводненности продукции n_v (ежегодный рост обводненности составляет $2 \div 3$ % при малой вязкости нефти и 7 % и более при повышенной вязкости, на конец стадии обводненность колеблется от нескольких до 65 %);
- 4) отключением небольшой части скважин из-за обводнения и переводом многих на механизированный способ добычи нефти;
- 5) текущим коэффициентом нефтеотдачи, составляющим к концу стадии $30 \div 50$ %, а для месторождений с «пикой» добычи – $10 \div 15$ %.

Третья стадия – значительное снижение добычи нефти – характеризуется:

- 1) снижением добычи нефти (в среднем на $10 \div 20$ % в год при маловязких нефтях и на $3 \div 10$ % при нефтях повышенной вязкости);
- 2) темпом отбора нефти на конец стадии $1 \div 2,5$ %;
- 3) уменьшением фонда скважин из-за отключения вследствие обводнения продукции, переводом практически всего фонда скважин на механизированный способ добычи;
- 4) прогрессирующим обводнением продукции n_v до $80 \div 85$ % при среднем росте обводненности $7 \div 8$ % в год, причем с большей интенсивностью для месторождений с нефтями повышенной вязкости;
- 5) повышением текущих коэффициентов нефтеотдачи K_n на конец стадии до $50 \div 60$ % для месторождений с вязкостью нефти не более $5 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ и до $20 \div 30$ % для месторождений с нефтями повышенной вязкости;
- 6) суммарным отбором жидкости $0,5 \div 1$ объема от балансовых запасов нефти.

Эта стадия наиболее трудная и сложная для всего процесса разработки, ее главная задача – замедление темпа снижения добычи нефти. Продолжительность стадии зависит от продолжительности предыдущих стадий и составляет $5 \div 10$ и более лет. Определить границу между третьей и четвертой стадиями по изменению среднегодового темпа добычи нефти $T_{дн}$ обычно трудно. Наиболее четко ее можно определить по точке перегиба кривой обводненности n_v .

Совместно первую, вторую и третью стадии называют основным периодом разработки. За основной период отбирают из залежей $80 \div 90$ % извлекаемых запасов нефти.

Четвертая стадия – завершающая – характеризуется:

- 1) малыми, медленно снижающимися темпами отбора нефти $T_{дн}$ (в среднем

около 1 %);

2) большими темпами отбора жидкости $T_{дж}$ (водонефтяные факторы достигают $0,77 \text{ м}^3/\text{м}^3$);

3) высокой медленно возрастающей обводненностью продукции (ежегодный рост составляет около 1 %);

4) более резким, чем на третьей стадии, уменьшением действующего фонда скважин из-за обводнения (фонд скважин составляет примерно $0,4 \div 0,7$ от максимального, снижаясь иногда до 0,1);

5) отбором за период стадии $10 \div 20$ % балансовых запасов нефти.

Продолжительность четвертой стадии сопоставима с длительностью всего предшествующего периода разработки залежи, составляет $15 \div 20$ лет и более, определяется пределом экономической рентабельности, т.е. минимальным дебитом, при котором еще рентабельна эксплуатация скважин. Предел рентабельности обычно наступает при обводненности продукции примерно на 98 %.

Литература:

1. Фрактальный подход к увеличению нефтеотдачи пласта / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – Т. 2. – С. 54–56.

2. Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – Т. 4. – С. 19–22.

3. Микроорганизмы нефтяного пласта как одна из причин внутренней коррозии нефтепромысловых коммуникаций / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 2. – С. 136–138.

4. Повышение эффективности разделения водонефтяной эмульсии акустическим воздействием / Н.И. Васильев [и др.] // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 2. – С. 47–49.

5. Использование критериев сопоставимости при поиске аналогичных месторождений углеводородов / И.О. Орлова [и др.] // Материалы международной научной конференции «ТТС–16». – Краснодар, 2016. – С. 19–22.

6. Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н. Техничко-экономическое обоснование выбора одновременно-раздельной эксплуатации верхнемеловой и нижнемеловой залежей Иванайского месторождения // Наука. Техника. Технологии. (Политехнический вестник). – 2018. – № 4. – С. 281–300.

7. История нефтегазовой отрасли / Д.Г. Антониади [и др.]; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – 184 с.

8. Трассерные исследования межскважинного пространства / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – Ч. 2. – С. 67–69.

9. Основы нефтегазопромыслового дела / Е.Н. Даценко [и др.]; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – 128 с.

10. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возможность укрупненного анализа работоспособности опор качения машин роторного типа // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – С. 52–80.

11. Иноземцев Д.А., Величко Е.И. Методы и средства контроля технического состояния компрессорной установки // Рассохинские чтения: материалы международной конференции. – Ухта : УГТУ, 2021. – С. 50–53.

12. Анализ структуры пен при пеногашении / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар :

Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 162–166.

13. Анализ способов контроля утечек из трубопроводов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 167–171.

Literature:

1. Fractal approach to increase oil recovery / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – VOL. 2. – P. 54–56.

2. Internal corrosion of plumes of producing wells / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – VOL. 4. – P. 19–22.

3. Oil reservoir microorganisms as one of the causes of internal corrosion of oilfield communications / I.O. Orlova [et al.] // Bulatovskie readings. – 2019. – VOL. 2. – P. 136–138.

4. Improvement of efficiency of water-oil emulsion separation by acoustic impact / N.I. Vasiliev [et al.] // Equipment and technologies for oil and gas complex. – 2016. – № 2. – P. 47–49.

5. The use of comparability criteria in the search for similar hydrocarbon deposits / I.O. Orlova [et al.] // Proceedings of the International Scientific Conference «TTS–16». – Krasnodar, 2016. – P. 19–22.

6. Orlova I.O., Datsenko E.N., Avakimyan N.N. Technical and economic justification of the choice of simultaneous separate exploitation of the Upper Cretaceous and Lower Cretaceous deposits of the Ivanayskoye field // Nauka. Technique. Technologies. (Polytechnical Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 281–300.

7. History of the oil and gas industry / D.G. Antoniadi [et al.]; FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – 184 p.

8. Tracer studies of interwell space / I.O. Orlova [et al.] // Bulatov readings. – 2018. – Vol. 2.– Part 2. – P. 67–69.

9. Fundamentals of oil and gas field engineering / E.N. Datsenko [et al.]; FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – 128 p.

10. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of an enlarged analysis of the serviceability of roller bearings of rotor-type machines // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 52–80.

11. Inozemtsev D.A., Velichko E.I. Methods and means of monitoring the technical condition of compressor unit // In the collection: Rassokhin readings: materials of international conference. – Ukhta : UGTU, 2021. – P. 50–53.

12. Analysis of foam structure at foaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 162–166.

13. Analysis of the ways of the pipeline leakage control / A.V. Poliakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 167–171.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТИ, ПРИРОДНОГО ГАЗА,
УГЛЕВОДОРОДНОГО КОНДЕНСАТА И ПЛАСТОВЫХ ВОД**

**PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF OIL, NATURAL GAS,
HYDROCARBON CONDENSATE AND RESERVOIR WATERS**

Петросьян Аванес Вардгесович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
petrosjanavanes01@yandex.ru

Чернякович Егор Николаевич

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor.ch2020@gmail.com

Молодых Анна Сергеевна

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor.ch2020@gmail.com

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Шек Виктория Викторовна

студентка группы 17-НБ-ТМ1
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
shiekv1999@mail.ru

Аннотация. Описаны основные физико-химические показатели и свойства нефти, а также их изменение в пластовых условиях.

Ключевые слова: нефть, плотность, вязкость, испаряемость, пластовые условия, газосодержание.

Petrosyan Avanes Vardgesovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
petrosjanavanes01@yandex.ru

Chernyakovich Egor Nikolaevich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
egor.ch2020@gmail.com

Molodykh Anna Sergeevna

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
egor.ch2020@gmail.com

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Shek Victoria Viktorovna

Student of the group 17-NB-TM1
Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
shiekv1999@mail.ru

Annotation. Main physical and chemical parameters and properties of oil, as well as their changes in reservoir conditions, are described.

Keywords: oil, density, viscosity, evaporation, reservoir conditions, gas content.

Н ефть – горючая, маслянистая жидкость, преимущественно темного цвета, представляет собой смесь различных углеводородов. В нефти встречаются следующие группы углеводородов: метановые (парафиновые) с общей формулой C_nH_{2n+2} ; нафтеновые – C_nH_{2ni} ; ароматические – C_nH_{2n-6} . Преобладают углеводороды метанового ряда (метан CH_4 , этан C_2H_6 , пропан C_3H_8 и бутан C_4H_{10}), находящиеся при атмосферном давлении и нормальной температуре в газообразном состоянии. Пентан C_5H_{12} , гексан C_6H_{14} и гептан C_7H_{16} неустойчивы, легко переходят из газообразного состояния в жидкое и обратно. Углеводороды от C_8H_{18} до $C_{17}H_{36}$ – жидкие вещества. Углеводороды, содержащие больше 17 атомов углерода – твердые вещества (парафины). В нефти содержится 82 ÷ 87 % углерода, 11 ÷ 14 % водорода (по весу), кислород, азот, углекислый газ, сера, в небольших количествах хлор, йод, фосфор, мышьяк и т.п.

Основной показатель товарного качества нефти – ее плотность (ρ) (отношение массы к объему), по ней судят о ее качестве. Легкие нефти наиболее ценные.

Плотность (объемная масса) – масса единицы объема тела, т.е. отношение массы тела в состоянии покоя к его объему. Единица измерения плотности в системе СИ выражается в $кг/м^3$. Измеряется плотность ареометром. Ареометр – прибор для определения плотности жидкости по глубине погружения поплавка (трубка с делениями и грузом внизу). На шкале ареометра нанесены деления, показывающие плотность исследуемой нефти.

Вязкость – свойство жидкости или газа оказывать сопротивление перемещению одних ее частиц относительно других. Зависит она от силы взаимодействия между молекулами жидкости (газа). Для характеристики этих сил используется *коэффициент динамической вязкости* (μ). За единицу динамической вязкости принят паскаль-секунда (Па·с), т.е. вязкость такой жидкости, в которой на $1 м^2$ поверхности слоя действует сила, равная одному ньютону, если скорость между слоями на расстоянии 1 см изменяется на 1 см/с. Жидкость с вязкостью 1 Па·с относится к числу высоковязких.

В нефтяном деле, так же как и в гидрогеологии и ряде других областей науки и техники, для удобства принято пользоваться единицей вязкости, в 1000 раз меньшей – мПа·с. Так, пресная вода при температуре 20 °С имеет вязкость 1 мПа·с, а большинство нефтей, добываемых в России, – от 1 до 10 мПа·с, но встречаются нефти с вязкостью

менее 1 мПа·с и несколько тысяч мПа·с. С увеличением содержания в нефти растворенного газа ее вязкость заметно уменьшается. Для большинства нефтей, добываемых в России, вязкость при полном выделении из них газа (при постоянной температуре) увеличивается в 2÷4 раза, а с повышением температуры резко уменьшается.

Вязкость жидкости характеризуется также *коэффициентом кинематической вязкости*, т.е. отношением динамической вязкости к плотности жидкости. За единицу в этом случае принят м²/с. На практике иногда пользуются понятием условной вязкости, представляющей собой отношение времени истечения из вискозиметра определенного объема жидкости ко времени истечения такого же объема дистиллированной воды при температуре 20 °С.

Цвет нефти варьирует от светло-коричневого до темно-бурого и черного, плотность от 730 до 980 ÷ 1050 кг/м³ (плотность менее 800 кг/м³ имеют газовые конденсаты). По плотности нефти делятся на 3 группы: на долю легких нефтей (с плотностью до 870 кг/м³) в общемировой добыче приходится около 60 % (в России – 66 %), на долю средних нефтей (871 ÷ 970 кг/м³) в России – около 28 %, за рубежом – 31 %; на долю тяжелых (свыше 970 кг/м³) – соответственно около 6 % и 10 %. Вязкость изменяется в широких пределах (при 50 °С 1,2 ÷ 55·10⁻⁶ м²/с) и зависит от химического и фракционного состава нефти и смолистости (содержания в ней асфальтеново-смолистых веществ).

Другое основное свойство нефти – *испаряемость*. Нефть теряет легкие фракции, поэтому она должна храниться в герметичных сосудах.

В пластовых условиях свойства нефти существенно отличаются от атмосферных условий.

Движение нефти в пласте зависит от пластовых условий: высокие давления, повышенные температуры, наличие растворенного газа в нефти и др. Наиболее характерной чертой пластовой нефти является содержание в ней значительного количества растворенного газа, который при снижении пластового давления выделяется из нефти (нефть становится более вязкой и уменьшается ее объем).

В пластовых условиях изменяется плотность нефти, она всегда меньше плотности нефти на поверхности.

При увеличении давления нефть сжимается. Для пластовых нефтей коэффициенты сжимаемости нефти β_n колеблются в пределах 0,4 ÷ 14,0 ГПа⁻¹, коэффициент β_n определяют пересчетом по формулам, более точно получают его путем лабораторного анализа пластовой пробы нефти.

Из-за наличия растворенного газа в пластовой нефти, она увеличивается в объеме (иногда на 50 ÷ 60 %). Отношение объема жидкости в пластовых условиях к объему ее в стандартных условиях называют объемным коэффициентом «в». Величина, обратная объемному коэффициенту, называется пересчетным коэффициентом, равным:

$$\theta = \frac{1}{v}. \quad (1)$$

Этот коэффициент служит для приведения объема пластовой нефти к объему нефти при стандартных условиях.

Используя объемный коэффициент, можно определить усадку нефти, т.е. на сколько изменяется ее объем на поверхности по сравнению с глубинными условиями. Усадка определяется по формуле:

$$И = \frac{v-1}{v} \cdot 100 \% \quad (2)$$

Важной характеристикой нефти в пластовых условиях является *газосодержание* – количество газа, содержащееся в одном кубическом метре нефти. Для нефтяных месторождений России газовый фактор изменяется от 20 до 1000 м³/т. По закону Генри растворимость газа в жидкости при данной температуре прямо пропорциональна давлению.

нию. Давление, при котором газ находится в термодинамическом равновесии с нефтью, называется давлением насыщения. Если давление ниже давления насыщения, из нефти начинает выделяться растворенный в ней газ. Нефти и пластовые воды с давлением насыщения, равным пластовому, называются насыщенными. Нефти в присутствии газовой шапки, как правило, насыщенные.

Литература:

1. Фрактальный подход к увеличению нефтеотдачи пласта / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – Т. 2. – С. 54–56.
2. Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – Т. 4. – С. 19–22.
3. Микроорганизмы нефтяного пласта как одна из причин внутренней коррозии нефтепромысловых коммуникаций / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 2. – С. 136–138.
4. Использование критериев сопоставимости при поиске аналогичных месторождений углеводородов / И.О. Орлова [и др.] // Материалы международной научной конференции «ГТС–16». – Краснодар, 2016. – С. 19–22.
6. Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н. Технико-экономическое обоснование выбора одновременно-раздельной эксплуатации верхнемеловой и нижнемеловой залежей Иванайского месторождения // Наука. Техника. Технологии. (Политехнический вестник). – 2018. – № 4. – С. 281–300.
7. История нефтегазовой отрасли / Д.Г. Антониади [и др.]; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – 184 с.
8. Трассерные исследования межскважинного пространства / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – Ч. 2. – С. 67–69.
9. Основы нефтегазопромыслового дела / Е.Н. Даценко [и др.]; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – 128 с.
10. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возможность укрупненного анализа работоспособности опор качения машин роторного типа // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – С. 52–80.
11. Иноземцев Д.А., Величко Е.И. Методы и средства контроля технического состояния компрессорной установки // Рассохинские чтения: материалы международной конференции. – Ухта : УГТУ, 2021. – С. 50–53.
12. Анализ структуры пен при пеногашении / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 162–166.
13. Анализ способов контроля утечек из трубопроводов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 167–171.

Literature:

1. Fractal approach to increase oil recovery / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – VOL. 2. – P. 54–56.
2. Internal corrosion of plumes of producing wells / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – VOL. 4. – P. 19–22.
3. Oil reservoir microorganisms as one of the causes of internal corrosion of oilfield communications / I.O. Orlova [et al.] // Bulatovskie readings. – 2019. – VOL. 2. – P. 136–138.

4. Improvement of efficiency of water-oil emulsion separation by acoustic impact / N.I. Vasiliev [et al.] // Equipment and technologies for oil and gas complex. – 2016. – № 2. – P. 47–49.
5. The use of comparability criteria in the search for similar hydrocarbon deposits / I.O. Orlova [et al.] // Proceedings of the International Scientific Conference «TTS–16». – Krasnodar, 2016. – P. 19–22.
6. Orlova I.O., Datsenko E.N., Avakimyan N.N. Technical and economic justification of the choice of simultaneous separate exploitation of the Upper Cretaceous and Lower Cretaceous deposits of the Ivanayskoye field // Nauka. Technique. Technologies. (Polytechnical Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 281–300.
7. History of the oil and gas industry / D.G. Antoniadi [et al.]; FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – 184 p.
8. Tracer studies of interwell space / I.O. Orlova [et al.] // Bulatov readings. – 2018. – Vol. 2. – Part 2. – P. 67–69.
9. Fundamentals of oil and gas field engineering / E.N. Datsenko [et al.]; FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – 128 p.
10. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of an enlarged analysis of the serviceability of roller bearings of rotor-type machines // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 52–80.
11. Inozemtsev D.A., Velichko E.I. Methods and means of monitoring the technical condition of compressor unit // In the collection: Rassokhin readings: materials of international conference. – Ukhta : UGTU, 2021. – P. 50–53.
12. Analysis of foam structure at foaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 162–166.
13. Analysis of the ways of the pipeline leakage control / A.V. Poliakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 167–171.

ШТАНГОВЫЕ СКВАЖИННЫЕ НАСОСЫ

ROD BOREHOLE PUMPS

Петросьян Аванес Вардгесович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна
«института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
petrosjanavanes01@yandex.ru

Чернякович Егор Николаевич

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor.ch2020@gmail.com

Молодых Анна Сергеевна

студент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor.ch2020@gmail.com

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Шек Виктория Викторовна

студентка группы 17-НБ-ТМ1
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
shiekv1999@mail.ru

Аннотация. Представлена классификация и описание штанговых скважинных насосов по способу крепления к колонне НКТ, а также рассмотрено устьевое оборудование.

Ключевые слова: штанговый скважинный насос, вставной скважинный насос, невставной скважинный насос, группы посадок, насосная штанга, устьевое оборудование, колонна НКТ.

Petrosyan Avanes Vardgesovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
petrosjanavanes01@yandex.ru

Chernyakovich Egor Nikolaevich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
egor.ch2020@gmail.com

Molodykh Anna Sergeevna

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
egor.ch2020@gmail.com

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Shek Victoria Viktorovna

Student of the group 17-NB-TM1,
Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
shiekv1999@mail.ru

Annotation. Classification and description of rod borehole pumps according to the method of attachment to the tubing string is presented, as well as the wellhead equipment is considered.

Keywords: rod downhole pump, plug-in downhole pump, non-plugged downhole pump, landing groups, pump rod, wellhead equipment, tubing string.

Ш СН обеспечивают откачку из скважин жидкости, обводненностью до 99 %, абсолютной вязкостью до 100 мПа·с, содержанием твердых механических примесей до 0,5 %, свободного газа на приеме до 25 %, объемным содержанием сероводорода до 0,1 %, минерализацией воды до 10 г/л и температурой до 130 °С.

По способу крепления к колонне НКТ различают вставные (НСВ) и невставные (НСН) скважинные насосы (рис. 1, 2). У невставных (трубных) насосов цилиндр с седлом всасывающего клапана опускают в скважину на НКТ. Плунжер с нагнетательным и всасывающим клапаном опускают в скважину на штангах и вводят внутрь цилиндра. Плунжер с помощью специального штока соединен с шариком всасывающего клапана. Недостаток НСН – сложность его сборки в скважине, сложность и длительность извлечения насоса на поверхность для устранения какой-либо неисправности. Вставные насосы целиком собирают на поверхности земли и опускают в скважину внутрь НКТ на штангах. НСВ состоит из трех основных узлов: цилиндра, плунжера и замковой опоры цилиндра.

В трубных же насосах для извлечения цилиндра из скважины необходим подъем всего оборудования (штанг с клапанами, плунжером и НКТ). В этом коренное отличие между НСН и НСВ. При использовании вставных насосов в 2 ÷ 2,5 раза ускоряются спуско-подъемные операции при ремонте скважин и существенно облегчается труд рабочих. Однако подача вставного насоса при трубах данного диаметра всегда меньше подачи невставного.

Насос НСВ–1 – вставной одноступенчатый, плунжерный с втулочным цилиндром и замком наверху, нагнетательным, всасывающим и противо-песочным клапанами (рис. 1).

Насос НСВ спускается на штангах. Крепление (уплотнение посадками) происходит на замковой опоре, которая предварительно опускается на НКТ. Насос извлекается из скважины при подъеме только колонны штанг. Поэтому НСВ целесообразно применять в скважинах с небольшим дебитом и при больших глубинах спуска.

Невставной (трубный) насос (рис. 2) представляет собой цилиндр, присоединенный к НКТ и вместе с ними спускаемый в скважину, а плунжер спускают и поднимают на штангах. НСН целесообразны в скважинах с большим дебитом, небольшой глубиной спуска и большим межремонтным периодом.

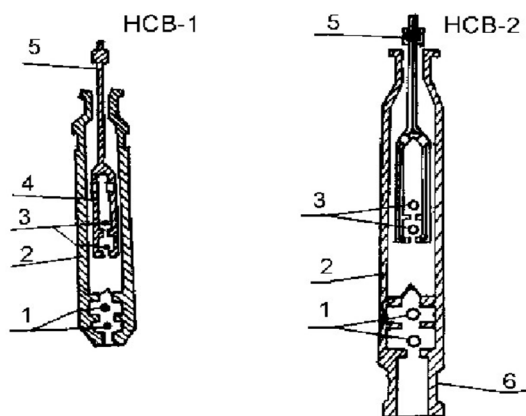


Рисунок 1 – Насосы скважинные вставные:
1 – впускной клапан; 2 – цилиндр; 3 – нагнетательный клапан;
4 – плунжер; 5 – штанга; 6 – замок.

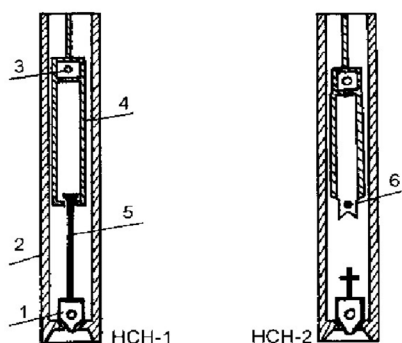


Рисунок 2 – Невставные скважинные насосы:
1 – всасывающий клапан; 2 – цилиндр; 3 – нагнетательный клапан;
4 – плунжер; 5 – захватный шток; 6 – ловитель

В зависимости от величины зазора между плунжером и цилиндром изготавливают насосы следующих групп посадок (исполнение «С» – т.е. с составным цилиндром):

Таблица 1 – Группы посадок

Группа	Зазор, мм.
0	До 0,045
1	0,02–0,07
2	0,07–0,12
3	0,12–0,17

Чем больше вязкость жидкости, тем выше группа посадки.

Условный размер насосов (по диаметру плунжера) и длина хода плунжера соответственно приняты в пределах:

- для HCB 29 – 57 мм и $1,2 \div 6$ м;
- HCH 32 – 95 мм и $0,6 \div 4,5$ м.

Обозначение HCH2–32–30–12–0:

- 0 – группа посадки;
- 12 x 100 – наибольшая глубина спуска насоса, м;
- 30 x 100 – длина хода плунжера, мм;
- 32 – диаметр плунжера, мм.

Насосная штанга предназначена для передачи возвратно-поступательного движения плунжер насоса. Штанга представляет собой стержень круглого сечения с утолщенными головками на концах. Выпускаются штанги из легированных сталей диаметром (по телу) 16, 19, 22, 25 мм и длиной 8 м – для нормальных условий эксплуатации.

Для регулирования длины колонн штанг с целью нормальной посадки плунжера в цилиндр насоса имеются также укороченные штанги (футовки) длиной 1; 1,2; 1,5; 2 и 3 м.

Штанги соединяются муфтами. Имеются также трубчатые (наружный диаметр 42 мм, толщина 3,5 мм).

Начали выпускать насосные штанги из стеклопластика (АО «Очерский машиностроительный завод»), отличающиеся большей коррозионной стойкостью и позволяющие снизить энергопотребление до 20 %.

Применяются непрерывные штанги «Кород» (непрерывные на барабанах, сечение – полуэллипсное).

Особая штанга – устьевой шток, соединяющий колонну штанг с канатной подвеской. Поверхность его полирована (полированный шток). Он изготавливается без головок, а на концах имеет стандартную резьбу.

Для защиты от коррозии осуществляют окраску, цинкование и т.п., а также применяют ингибиторы.

Устьевое оборудование насосных скважин предназначено для герметизации затрубного пространства, внутренней полости НКТ, отвода продукции скважин и подвешивания колонны НКТ.

Устьевое оборудование типа ОУ включает устьевой сальник, тройник, крестовину, запорные краны и обратные клапаны.

Устьевой сальник герметизирует выход устьевого штока с помощью сальниковой головки и обеспечивает отвод продукции через тройник. Тройник ввинчивается в муфту НКТ. Наличие шарового соединения обеспечивает самоустановку головки сальника при несоосности сальникового штока с осью НКТ, исключает односторонний износ уплотнительной набивки и облегчает смену набивки.

Колонна НКТ подвешена на конусе в крестовине и расположена эксцентрично относительно оси скважины, что позволяет проводить спуск приборов в затрубное пространство через специальный устьевой патрубок с задвижкой.

Литература:

1. Фрактальный подход к увеличению нефтеотдачи пласта / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – Т. 2. – С. 54–56.
2. Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – Т. 4. – С. 19–22.
3. Микроорганизмы нефтяного пласта как одна из причин внутренней коррозии нефтепромысловых коммуникаций / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 2. – С. 136–138.
4. Использование критериев сопоставимости при поиске аналогичных месторождений углеводородов / И.О. Орлова [и др.] // Материалы международной научной конференции «ТТС–16». – Краснодар, 2016. – С. 19–22.
6. Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н. Технико-экономическое обоснование выбора одновременно-раздельной эксплуатации верхнемеловой и нижнемеловой залежей Иванайского месторождения // Наука. Техника. Технологии. (Политехнический вестник). – 2018. – № 4. – С. 281–300.
7. История нефтегазовой отрасли / Д.Г. Антониади [и др.]; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – 184 с.
8. Трассерные исследования межскважинного пространства / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 2. – Ч. 2. – С. 67–69.
9. Основы нефтегазопромыслового дела / Е.Н. Даценко [и др.]; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2017. – 128 с.
10. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возможность укрупненного анализа работоспособности опор качения машин роторного типа // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – С. 52–80.

11. Иноземцев Д.А., Величко Е.И. Методы и средства контроля технического состояния компрессорной установки // Рассохинские чтения: материалы международной конференции. – Ухта : УГТУ, 2021. – С. 50–53.

12. Анализ структуры пен при пеногашении / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 162–166.

13. Анализ способов контроля утечек из трубопроводов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 167–171.

Literature:

1. Fractal approach to increase oil recovery / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – VOL. 2. – P. 54–56.

2. Internal corrosion of plumes of producing wells / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – VOL. 4. – P. 19–22.

3. Oil reservoir microorganisms as one of the causes of internal corrosion of oilfield communications / I.O. Orlova [et al.] // Bulatovskie readings. – 2019. – VOL. 2. – P. 136–138.

4. Improvement of efficiency of water-oil emulsion separation by acoustic impact / N.I. Vasiliev [et al.] // Equipment and technologies for oil and gas complex. – 2016. – № 2. – P. 47–49.

5. The use of comparability criteria in the search for similar hydrocarbon deposits / I.O. Orlova [et al.] // Proceedings of the International Scientific Conference «TTS-16». – Krasnodar, 2016. – P. 19–22.

6. Orlova I.O., Datsenko E.N., Avakimyan N.N. Technical and economic justification of the choice of simultaneous separate exploitation of the Upper Cretaceous and Lower Cretaceous deposits of the Ivanayskoye field // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 281–300.

7. History of the oil and gas industry / D.G. Antoniadis [et al.]; FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – 184 p.

8. Tracer studies of interwell space / I.O. Orlova [et al.] // Bulatov readings. – 2018. – Vol. 2. – Part 2. – P. 67–69.

9. Fundamentals of oil and gas field engineering / E.N. Datsenko [et al.]; FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2017. – 128 p.

10. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of an enlarged analysis of the serviceability of roller bearings of rotor-type machines // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 52–80.

11. Inozemtsev D.A., Velichko E.I. Methods and means of monitoring the technical condition of compressor unit // In the collection: Rassokhin readings: materials of international conference. – Ukhta : UGTU, 2021. – P. 50–53.

12. Analysis of foam structure at foaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 162–166.

13. Analysis of the ways of the pipeline leakage control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 167–171.

**ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ САМОЗАПУСКЕ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩЕЙ СТАНЦИИ**

**ANALYSIS OF SELF-STARTING OF ELECTRIC MOTORS OF AN
OIL PUMPING STATION IN GENERALIZED VECTOR SPACE**

Печенкин Андрей Геннадьевич

старший преподаватель
кафедры «Электроснабжения промышленных предприятий»,
Кубанский государственный технологический университет.
andrph_66@mail.ru

Антипов Даниил Сергеевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Объектом исследования является система электроснабжения нефтеперекачивающей станции «Самур» ОАО «Черномортранснефть». На основе методов математического моделирования выполнен анализ влияния снижения напряжения питания на надёжность работы центробежных насосов.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, обобщенный вектор, переходный процесс.

Pechenkin Andrey Gennadievich

Senior Lecturer of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Kuban State Technological University
andrph_66@mail.ru

Antipov Daniil Sergeevich

Student,
Kuban State Technological University

Annotation. The object of the study is the power supply system of the Samur oil pumping station of Chernomortransneft OJSC. Based on the methods of mathematical modeling, the analysis of the effect of reducing the supply voltage on the reliability of the operation of centrifugal pumps is carried out.

Keywords: asynchronous motor, generalized vector, transition process.

Р асчет производился с использованием моделей элементов в координатах обобщенного вектора [1, 2, 3]. Это позволило уменьшить размерность математической модели в три раза при сохранении точности по сравнению с использованием классических моделей в фазной системе координат [4, 5]. Схема замещения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором [6, 7] представлены на рисунке 1.

Паспортные данные асинхронного двигателя ВАО2 – 560 – 630 – 2Д – У2:

$$P_n = 630 \text{ кВт}; U_n = 10 \text{ В}; I_n = 41,2 \text{ А};$$

$$n_n = 2961 \text{ об/мин}; \eta_n = 93,8 \text{ \%}; \cos\varphi_n = 0,94; K_n = 6,5;$$

Асинхронный двигатель является приводом центробежного насоса типа НМ. Принято, что коэффициент загрузки двигателей – 0,9. Для анализа самозапуска рассматривался наиболее тяжёлый режим работы двигателей при потере питания со стороны подстанции «Белореченская тяговая» и переходе на питание со стороны подстанции «Очистные сооружения». Причиной потери питания считается возникновение трёхфазного короткого

замыкания [8] на выводах трансформатора Т2 со стороны высокого напряжения. Время действия АВР принималось 0,5 с при уставке срабатывания 2,4 кВ. Общее время перерыва питания с учётом времени срабатывания выключателей составило 0,8 с.

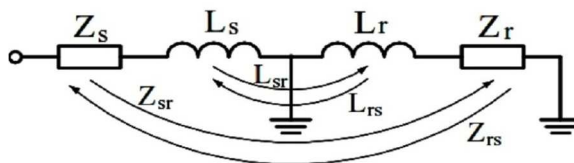


Рисунок 1 – Модель асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора

Для анализа режима самозапуска [9] рассматривался наиболее тяжёлый режим работы двигателей при потере питания со стороны ПС «Белиджи» и переходе на питание со стороны ПС «Дербент–330». На рисунке 2 приведено изменение скорости вращения асинхронных двигателей в относительных единицах в режиме самозапуска.

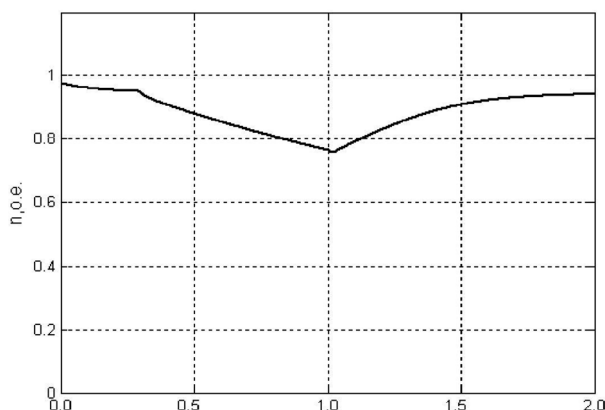


Рисунок 2 – Изменение скорости вращения асинхронного двигателя при самозапуске

Таким образом, режим самозапуска электродвигателей на НПС «Самур» обеспечивается. Уставки срабатывания для релейной защиты подстанции 35/6 кВ и КРУ-6 кВ также обеспечивают отстройки от наиболее тяжёлого режима самозапуска.

Литература:

1. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическая модель двухконтурного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора // Технические и технологические системы. Материалы десятой Международной научной конференции / Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2019. – С. 126–129.
2. Моделирование режима пуска глубокопазного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 87–90.
3. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов ХLI международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 166–170.
4. Векторное моделирование трехфазных электрических цепей в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 82–86.

5. Получение частотных характеристик статических элементов электрических сетей в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 505–517.

6. Анализ работы токовых защит в условиях перегрузки трансформаторов тока / Б.А. Коробейников [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2014. – № 1. – С. 84–95.

7. Разработка дистанционного органа релейной защиты электрических сетей с комбинированной характеристикой срабатывания в виде усеченной окружности / А.М. Оппаходжаев [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 1. – С. 1–9.

8. Моделирование короткого замыкания на зажимах асинхронного двигателя с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 1. – С. 73–77.

9. Исследование параметров работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора Marelli MJH800 mc6 мощностью 4180 кВА электростанции собственных нужд / А.А. Бирюкова [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 1. – С. 1–12.

Literature:

1. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical model of double-circuit induction motor in coordinates of generalized vector // Technical and technological systems. Proceedings of the tenth International scientific conference / Under the general editorship of B.H. Gaitov. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2019. – P. 126–129.

2. Modeling of the starting mode of a deep-groove induction motor in co-ordinates of the generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Nauka. New generation. Success. Proc. of Intern. scientific-practical conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 87–90.

3. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical Modeling of Power Transformers in Coordinates of the Generalized Vector // Cybernetics of Energy Systems. Materials of XLI international scientific and technical conference. – 2020. – P. 166–170.

4. Vector modeling of the three-phase electric circuits in the coordinates of the generalized vector (in Russian) / B.A. Korobeinikov [et al.] // New generation. Success. Materials of the International research-to-practice conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 82–86.

5. Obtaining the frequency characteristics of static elements of electrical networks in coordinates of the generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. – 2017. – № 128. – P. 505–517.

6. Analysis of current protections under overloaded current transformers / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of Kuban State Agrarian University». – 2014. – № 1. – P. 84–95.

7. Development of remote body of relay protection of electric networks with combined response characteristic in the form of a truncated circle / A.M. Oppakhojaev [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2017. – № 1. – P. 1–9.

8. Modeling of short-circuit on the clamps of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. In 3 vols. – 2020. – Vol. 1. – P. 73–77.

9. Study of parameters of the automatic excitation controller of the synchronous generator Marelli MJH800 mc6 power 4180 kVA auxiliary power plant / A.A. Biryukova [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2019. – № 1. – P. 1–12.

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СВЯЗИ ОБМОТОК НА ПАРАМЕТРЫ
ИДЕНТИФИКАЦИИ МНОГОФАЗНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
С КОРОТКОЗАМКНУТОЙ ОБМОТКОЙ**

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE WINDING COUPLING COEFFICIENT
ON THE IDENTIFICATION PARAMETERS OF A MULTIPHASE CONVERTER
WITH A SHORT-CIRCUITED WINDING**

Печенкин Андрей Геннадьевич

старший преподаватель кафедры «Электроснабжения промышленных предприятий»,
Кубанский государственный технологический университет
andrph_66@mail.ru

Шкерета Эдуард Денисович

студент,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье рассматривается анализ влияния коэффициента связи обмоток на параметры многофазного преобразователя с короткозамкнутой обмоткой. Проведена оптимизация параметров модели многофазного преобразователя с короткозамкнутой обмоткой при различных значениях коэффициента магнитной связи между обмотками. Построены графики зависимостей коэффициентов оптимизации параметров обмоток от коэффициента связи для дальнейшего моделирования работы МПТ в программном комплексе Matlab, Simulink, приложение SimPowerSystem.

Ключевые слова: многофазный преобразователь тока, коэффициент связи обмоток, параметры оптимизации, короткозамкнутая обмотка, электродвижущая сила.

Pechenkin Andrey Gennadievich

Senior Lecturer of the Department of Power Supply Industrial Enterprises,
Kuban State Technological University
andrph_66@mail.ru

Shkereda Eduard Denisovich

Student,
Kuban State Technological University

Annotation. This article deals with the analysis of the influence of the winding coupling coefficient on the parameters of a multiphase converter with a short-circuited winding. The parameters of the model of a multiphase converter with a short-circuited winding are optimized for different values of the magnetic coupling coefficient between the windings. Graphs of the dependence of the optimization coefficients of the winding parameters on the coupling coefficient for further modeling of the MPT operation in the Matlab software package, Simulink, and the SimPowerSystem application are constructed.

Keywords: multiphase current converter, multiphase output voltage system, current frequency, phase shift, short-circuited winding, electromotive force.

Одним из возможных направлений совершенствования измерительных органов (ИО) релейной защиты (РЗ) локальных объектов электроэнергетики нефтегазового комплекса [1, 2] и линий электропередач [3] является применение трансформаторных многофазных преобразователей тока (МПТ) с короткозамкнутой

обмоткой, которые позволяют сформировать симметричную шестифазную систему выходных напряжений из однофазного электрического сигнала.

При разработке МПТ с короткозамкнутой обмоткой основной задачей является определение параметров первичных обмоток, короткозамкнутой обмотки и вторичных обмоток, при которых будет формироваться симметричная шестифазная система выходных напряжений [4, 5]. Задача идентификации параметров МПТ с короткозамкнутой обмоткой без учета и с учетом активных сопротивлений обмоток решена, однако при моделировании необходимо учитывать влияние магнитной связи между обмотками (коэффициент магнитной связи $k_{св}$) на коэффициенты оптимизации p_1, p_2, p_3, p_4 и p_5 параметров обмоток [6, 7]. Исходные параметры для моделирования МПТ с короткозамкнутой обмоткой приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры модели МПТ с короткозамкнутой обмоткой

№ п/п	Наименование параметров		Величина
1	Число витков базовой обмотки	Nб	4
2	Число витков короткозамкнутой обмотки	Nкз	2
3	Базовое активное сопротивления обмотки	Rб, Ом	0,01461
4	Базовая индуктивность первичной обмотки	Lб, Гн	1,1691e-04
5	Начальная магнитная проницаемость магнитопровода ГМ 440В	μ_n	8000
6	Магнитная проницаемость магнитопровода ГМ 440В	μ	11 000

Исследование проводилось при изменении коэффициента магнитной связи между обмотками $k_{св} = 0,90 - 1,00$, при этом контролировались – коэффициенты оптимизации p_1, p_2, p_3, p_4 и p_5 , которые однозначно определяют параметры обмоток МПТ с короткозамкнутой обмоткой. Результаты моделирования влияния магнитной связи между обмотками $k_{св}$ на коэффициенты оптимизации p_1, p_2, p_3, p_4 и p_5 параметров обмоток МПТ с короткозамкнутой обмоткой представлены в таблице 2 и на рисунках 1–3.

Таблица 2 – Результаты исследования влияния коэффициента связи $k_{св}$ на параметры оптимизации МПТ с короткозамкнутой обмоткой

№ пп	Коэффициент магнитной связи $k_{св}$	Коэффициенты оптимизации				
		$p_1 = \frac{R_{kz}}{\omega \cdot L_b}$	$p_2 = \frac{W_2}{W_1}$	$p_3 = \frac{W_3}{W_1}$	$p_4 = \frac{W_4}{W_1}$	$p_5 = \frac{W_{kz}}{W_1}$
1	0,90	0,05767	2,57509	60,56572	74,31585	0,42703
2	0,91	0,05743	2,59993	60,00157	74,99803	0,43105
3	0,92	0,05693	2,59996	60,00099	74,99875	0,42706
4	0,93	0,05803	2,59809	60,04461	74,94420	0,42872
5	0,94	0,06524	2,43410	63,47616	71,22490	0,41000
6	0,95	0,06987	2,32690	65,00234	69,83725	0,40170
7	0,96	0,07310	2,23832	65,86250	69,05131	0,39481
8	0,97	0,07612	2,21152	67,32636	67,94767	0,39018
9	0,98	0,07865	2,12251	67,29114	67,85986	0,38599
10	0,99	0,08096	2,04890	67,24339	67,75874	0,38244
11	1,00	0,08245	1,98590	67,26993	67,74763	0,37791

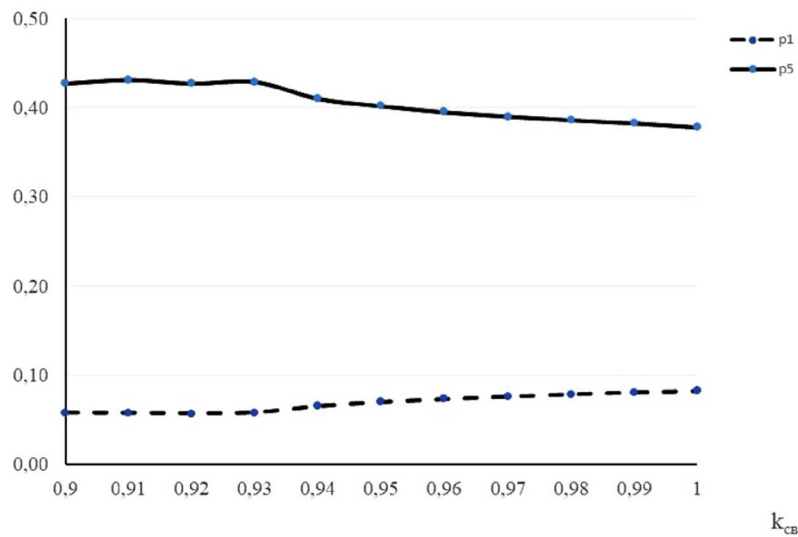


Рисунок 1 – Графики зависимостей коэффициентов оптимизации p_1 , и p_5 параметров обмоток от коэффициента связи $k_{св}$

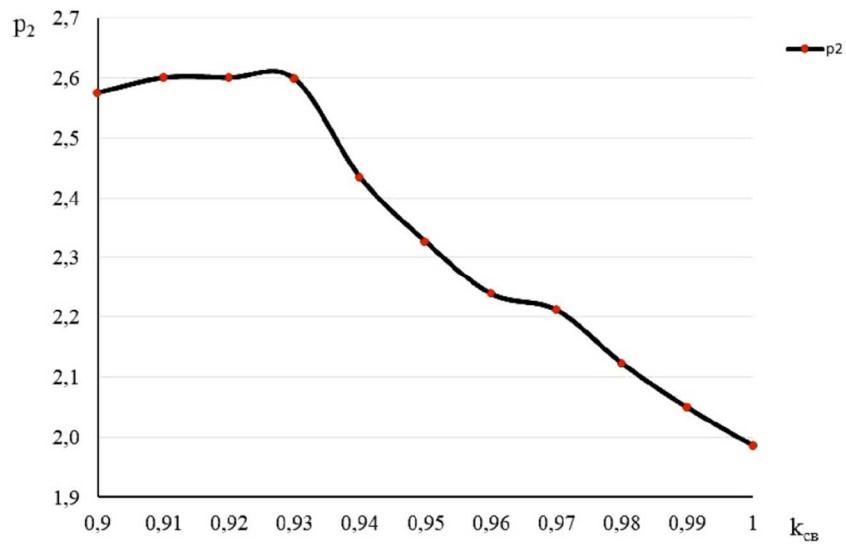


Рисунок 2 – График зависимости коэффициента оптимизации p_2 параметров обмоток от коэффициента связи $k_{св}$

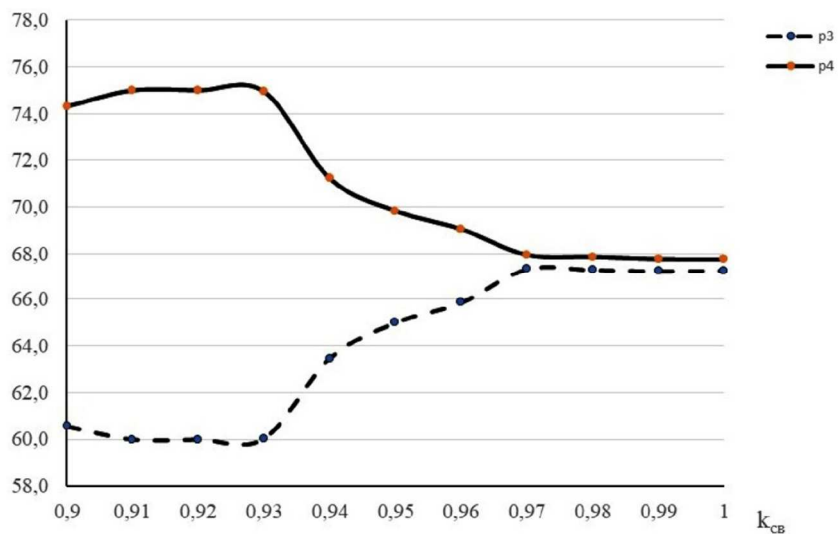


Рисунок 3 – Графики зависимостей коэффициентов оптимизации p_3 и p_4 параметров обмоток от коэффициента связи $k_{св}$

Вывод. Таким образом, при уменьшении величины коэффициента магнитной связи $k_{св}$ менее 0,97–0,94 необходимое число витков и индуктивность выходных вторичных обмоток МПТ значительно изменяется, а уменьшение $k_{св}$ в отношении первичных обмоток и короткозамкнутой обмотки приводит к незначительному изменению их параметров. Поэтому для обеспечения точности формирования выходного напряжения необходимо выполнение дополнительных мер по снижению магнитного поля рассеивания в МПТ с короткозамкнутой обмоткой, что позволит его использовать в качестве измерительного органа устройств релейной защиты синхронных генераторов локальных энергетических установок, кабельных линий, трансформаторов и синхронных и асинхронных двигателей в условиях промысла и транспортировки нефти и газа значительного влияния.

Литература:

1. Измерительный орган резервной дистанционной защиты на основе однофазно-многофазных преобразователей / Б.А.Коробейников [и др.] // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2018. – Т. 61. – № 5. – С. 55–60.
2. Коробейников Б.А., Печенкин А.Г., Захаров Г.А. Электромагнитные однофазно-многофазные преобразователи тока и напряжения в устройствах релейной защиты локальных энергетических установок. // В книге: Повышение эффективности разработки нефтяных и газовых месторождений на поздней стадии сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции на базе Кубанского государственного технологического университета совместно с Российской академией естественных наук, посвященной 100-летию Кубанский государственный технологический университет. – 2017. – С. 72.
3. Дистанционная защита ЛЭП на основе многофазных трансформаторных преобразователей тока и напряжения / Захаров Г.А. [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех.Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 42–46.
4. Выбор параметров многофазной выходной обмотки однофазно-многофазного преобразователя с короткозамкнутой обмоткой / Б.А. Коробейников [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 194–197.
5. Печенкин А.Г., Смаглиев А.М., Аветисов А.И. Определение относительной МДС многофазного преобразователя напряжения с короткозамкнутой обмоткой и параллельным соединением первичных обмоток без учета их активного сопротивления // Технические и технологические системы. Материалы одиннадцатой Международной научной конференции. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 111–116.
6. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для релейной защиты электрических сетей / Б.А. Коробейников [и др.] // Электронный сетевой полиграфический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 5. – С. 99–106.
7. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для устройств релейной защиты с учётом активных сопротивлений обмоток / Б.А. Коробейников [и др.] // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов XLI международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 219–222.

Literature:

1. Measuring body of the reserve remote protection on the basis of single-phase-multiphase converters / B.A. Korobeinikov [et al.] // Proceedings of higher educational institutions. Electromechanics. – 2018. – Vol. 61. – № 5. – P. 55–60.

2. Korobeinikov B.A., Pechenkin A.G., Zakharov G.A. Electromagnetic single-phase-multiphase current and voltage converters in relay protection devices of local power plants // In the book: Improving the efficiency of oil and gas fields at a late stage collection of abstracts of the International Scientific-Practical Conference at the Kuban State Technological University together with the Russian Academy of Natural Sciences, devoted to 100 years Kuban State Technological University. – 2017. – P. 72.

3. Remote protection of power lines on the basis of multiphase transformer current and voltage / G.A. Zakharova [et al.] // In the collection: Science. New generation. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 42–46.

4. Selection of the parameters of a multiphase output winding of a single-phase short-circuited converter / B.A. Korobeinikov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 194–197.

5. Pechenkin A.G., Smagliev A.M., Avetisov A.I. Determination of relative MPF of multiphase voltage converter with short-circuited winding and parallel connection of the primary windings without taking into account their active resistance // In a collection: Technical and Technological Systems. Materials of the 11th International Scientific Conference. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 111–116.

6. Identification of the parameters of multiphase current converter for relay protection of electric networks / B.A. Korobeinikov [etal.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2019. – № 5. – P. 99–106.

7. Identification of parameters of multiphase current converter for relay protection devices with account of active resistances of windings / B.A. Korobeinikov [et al.] // In a collection: Cybernetics of power systems. Collection of materials of XLI international scientific-technical conference. – 2020. – P. 219–222.

**ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ТЕХНОЛОГИИ
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИТОКА НЕФТИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СОЛЯНО-КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ
НА СПОРЫШЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**JUSTIFICATION OF THE ECONOMIC EFFECT OF
THE TECHNOLOGY OF INTENSIFICATION OF THE OIL INFLUENCE
WITH THE USE OF HYDROLIC ACID TREATMENT AT
THE SPORYSHEVSKOE FIELD**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Липатова Александра Романовна

магистрант кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
lipatova_alexandra@mail.ru

Бонь Михаил Александрович

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
bonikmaikl@gmail.com

Аннотация. В статье проведен анализ текущего состояния Спорышевского месторождения нефти; разработано решение, направленное на увеличения притока и, соответственно, дебита; рассчитаны все расходы на проведение СКО; приведено обоснование экономического эффекта проведения СКО.

Ключевые слова: флюид, интенсификация притока, разработка нефтяных месторождений, соляно-кислотная обработка, затраты, расходы, эффект.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Lipatova Alexandra Romanovna

Master Student of the Department of Oil and Gas Business
named after prof. G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
lipatova_alexandra@mail.ru

Bon Mikhail Alexandrovich

Master's Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
bonikmaikl@gmail.com

Annotation. The article analyzes the current state of the sporyshevskoye oil field; a solution was developed aimed at increasing the inflow and, accordingly, the flow rate; all expenses for carrying out DIS have been calculated; the substantiation of the economic effect of the DIS is given.

Keywords: fluid, stimulation of inflow, development of oil fields, hydrochloric acid treatment, costs, costs, effect.

Одной из основных задач, стоящих перед нефтегазодобывающими предприятиями является применение проверенных и эффективных методов добычи на действующих месторождениях для увеличения дебита и восстановления продуктивности добывающих и приемистости нагнетательных скважин. Один из наиболее распространенных способов – соляно-кислотная обработка скважин. Рассмотрим СКО на примере Спорышевского месторождения нефти, разрабатываемого с 1993 года и в процессе эксплуатации существенно снизившее дебит нефти.

Соляно-кислотная обработка увеличивает фильтрационные свойства пористого скелета. Это один из самых простых и легких методов увеличения добычи нефти, восстановления продуктивности добывающих и приемистости нагнетательных скважин. Данная технология может применяться в скважинах, эксплуатирующая карбонатные, трещиннопоровые пласты любой толщины. Объектами обработок могут быть некачественно освоенные (после бурения или капитального ремонта) скважины и скважины, существенно снизившие дебит в процессе эксплуатации.

Выбор кислоты для обработки скважины является очень важной задачей, так как от этого действия зависит повышение производительности и снижение энергозатрат. Эффективность такого мероприятия напрямую зависит от совместимости кислоты с минеральным составом пористого скелета. Совместимость в данном случае – это гарантия того, что проницаемость не поменяется после реакции технологической жидкости с породой.

Экономическая эффективность кислотных обработок в нефтяных добывающих скважинах определяется следующим образом.

Рассчитывается так называемая условно-переменная часть эксплуатационных затрат на 1 т дополнительно добытой нефти после обработки. Эта часть затрат включает в себя затраты на энергию по извлечению, подготовку, сбор и транспорт нефти, затраты на поддержание пластового давления путем нагнетания воды и геологоразведочные работы.

Определяется разница между отпускной ценой одной тонны нефти и условно-переменной частью затрат на одну тонну дополнительно добытой нефти в рублях; эта цифра умножается на весь объем дополнительно добытой нефти и получается экономия по добыче нефти.

Затем определяются затраты на проведение кислотной обработки, включающие стоимость подготовительно-заключительных работ и стоимость работ, связанных с непосредственным закачиванием раствора кислоты в скважину (стоимость работы насосных агрегатов и другого вспомогательного оборудования, кислоты, реагентов и т.д.).

Разность между экономией по добыче нефти и затратами на проведение кислотной обработки (т.е. стоимостью обработки) – экономическая эффективность.

Таким образом проведен расчет экономических затрат на проведение СКО. Учтены расходы на заработную плату, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Зарплата во время ремонта

Должность	раз-ряд	Час тар. ставка	Трудоемкость	Оплата по тарифу	Премия	Ур. коэффициент	Всего з./п.
Старший оператор	5	127,8	88,33	11288,5	5644,3	1,2	20319,4
Машинист	4	126,6	88,33	11182,6	5591,3	1,2	20128,7
Младший оператор	3	124,3	88,33	10979,4	5489,7	1,2	19762,9
Итого				60211			

Кроме этого, учтены расходы на дополнительную заработную плату, отчисления на социальные нужды, расходы на основной и вспомогательный материалы, цеховые, амортизационные и транспортные расходы. Рассчитаны общие прямые затраты. Все вычисленные расходы представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Калькуляция на проведение солянокислотной обработки скважины

Статья расходов	Сумма, руб
Основная и дополнительная зарплата	65027,88
Основные и вспомогательные материалы	17290
Амортизация основных фондов	514,8
Отчисления на социальные нужды	19833,5
Транспортные расходы	10920
Всего прямых затрат	108769,3
Цеховые затраты	9600
Стоимость одной СКО	118369,3

Расчет экономического эффекта от проведения СКО

Дебит в скважине № 214 до проведения СКО был 3,4 т/сут, после проведения СКО – 3,83 т/сут. Продолжительность технологического эффекта составила 315 дней с учетом работы обслуживания скважин. Дополнительная добыча составила 0,43 т/сут, т.е. 159,99 т/год \approx 160 т/год

Стоимостная оценка дополнительно добытой нефти рассчитывается:

$$PT = C_1T \cdot \Delta Q,$$

где C_1T – стоимость одной тонны нефти на внутреннем рынке, которая составляет 14000 руб.; ΔQ – дополнительно добытая нефть, тонн.

$$PT = 14000 \cdot 160 = 2\,240 \text{ тыс. руб.}$$

Эксплуатационные расходы на дополнительно добытую нефть определяются по следующей формуле:

$$Z_3 = P_1T \cdot \Delta Q,$$

где P_1T – эксплуатационные расходы на добычу одной тонны нефти, которые составляет 435,45 руб.

$$Z_3 = 435,45 \cdot 160 = 69\,000 \text{ руб.}$$

Экономический эффект – представляет собой превышение стоимостной оценки результатов от внедрения СКО над стоимостной оценкой затрат.

Экономический эффект от внедрения СКО определяем по формуле:

$$\mathcal{E} = PT - Z_{СКО},$$

где \mathcal{E} – экономический эффект от проведения СКО; PT – стоимостная оценка результатов проведения СКО, руб.; $Z_{СКО}$ – общие затраты на проведение СКО, руб.

$$\mathcal{E} = 2\,240\,000 - 118\,369,3 = 2\,121\,630,7 \text{ руб.}$$

Таким образом, по данному проектному решению определены основные экономические показатели, к которым относятся капитальные вложения, эксплуатационные затраты на добычу и подготовку нефти.

По результатам расчётов экономических параметров видно, что предлагаемый проект является перспективным и может быть рекомендован к реализации.

Литература:

1. Антошкина А.В., Королева О.А., Липатова А.Р. Экономическая оценка эффективности применения технологии борьбы с парафиноотложениями на нефтегазодобываю-

щем предприятии // Актуальные вопросы экономических наук. Материалы III международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 250–257.

2. Липатова А.Р., Магзумова Н.В. Экономическая оценка применения систем выработки запасов нефти Аргунского месторождения // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика: Сборник статей 10-й Международной научно-практической конференции, посвященной 255-летию Вольного экономического общества России (10 декабря 2020 года, г. Курск) / Курский филиал Финансового университета при Правительстве РФ; в 2-х томах. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2020. – Т. 2. – С. 361–365.

Literature:

1. Antoshkina A.V., Koroleva O.A., Lipatova A.R. Economic assessment of the effectiveness of the technology to combat paraffin deposits at the oil and gas production enterprise // In the collection: Current issues of economic sciences. Materials of III International Scientific and Practical Conference. – 2020. – P. 250–257.

2. Lipatova A.R., Magzumova N.V. Economic evaluation of the use of systems of oil reserves recovery in Argunskoe field // Institutions and mechanisms of investment development: world experience and Russian practice: Collection of articles of the 10th International Scientific Conference dedicated to the 255th anniversary of the Free Economic Society of Russia (December 10, 2020, Kursk) / Kursk Branch of Financial University under the RF Government; in 2 volumes. – Kursk : ZAO University Book, 2020. – Vol. 2. – P. 361–365.

**СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ГАЗЛИФТНОГО И НАСОСНОГО СПОСОБОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН
НА МЕСТОРОЖДЕНИИ МОНГИ**

**COMPARISON OF ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLICATION OF
GASLIFT AND PUMPING METHODS OF OPERATION OF
WELLS AT THE MONGI FIELD**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Липатова Александра Романовна

магистрант кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
lipatova_alexandra@mail.ru

Есипенко Ольга Андреевна

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
korolevaolya96@gmail.com

Рыбакин Юрий Викторович

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
rybakin1997@mail.ru

Аннотация. В статье приведен анализ геологического строения; проанализировано текущее состояние разработки месторождения Монги; рассчитаны прогнозные технико-экономические показатели по вариантам, отличающимся между собой способом эксплуатации скважин.

Ключевые слова: фонд скважин, эксплуатация скважин, электроцентробежный насос, газлифт, капитальные затраты, экономическая эффективность.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Lipatova Alexandra Romanovna

Master Student of the Department of Oil and Gas Business
named after prof. G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
lipatova_alexandra@mail.ru

Esipenko Olga Andreevna

Master's Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
korolevaolya96@gmail.com

Rybakin Yuriy Viktorovich

Master's Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
rybakin1997@mail.ru

Annotation. The article provides an analysis of the geological structure; analyzed the current state of development of the Mongi field; predicted technical and economic indicators were calculated for options that differ in the way of well operation.

Keywords: well stock, well operation, electric centrifugal pump, gas lift, capital costs, economic efficiency.

Деятельность современных нефтегазодобывающих предприятий невозможна без экономического обоснования выбора способа эксплуатации скважин на месторождении между фонтанным, насосным и газлифтным. Это позволит увеличить доход предприятия и минимизировать затраты.

Нефтегазовое месторождение Монги, расположенное в северной части острова Сахалин, открыто и эксплуатируется уже в течение тридцати лет. В разрезе месторождения выявлено 17 продуктивных горизонтов, которые залегают на глубине в диапазоне от 4 до 233 метров из них только 2 нефтяные, остальные содержат залежи нефти и газа. Продуктивные горизонты разбиты на 32 блока, в которых установлено 168 залежей нефти. Нефти месторождения низкосмолистые, малосернистые, тяжелые, малопарафинистые. Запасы нефти и растворенного газа были впервые оценены и утверждены в 1984 году. Всего по месторождению по категориям запасов В+С₁ и С₂.

На данный момент пробурено 284 скважины, из них 33 ликвидированы после бурения и 6 после эксплуатации. Общий фонд составил 280 скважин, в том числе 209 нефтяных, 28 газовых.

Добыча нефти погружными центробежными насосами на месторождении Монги без приспособлений специальных для выноса пластовой воды, приводит к снижению дебита скважин.

Эксплуатация скважин газлифтным способом на месторождении Монги имеет следующие преимущества:

- достигаются более высокие дебиты скважин, чем при других способах добычи
- в качестве рабочего агента используется газ высокого давления (7,1 МПа) с узла комплексной подготовки газа;
- присутствие попутного газа в продукции скважин создает условия экономии газа высокого давления;
- обеспечивается высокий коэффициент эксплуатации и большой межремонтный период работы скважин.

Годовой экономический эффект от внедрения газлифта составляет 1 млн 348 тыс. руб.

В расчете принимаем добычу нефти газлифтом равной добыче нефти насосами, расчетный удельный расход газа на 1 тонну добытой нефти 239 м³/т, годовой расход газа – 99 млн м, потребный расход газа с учетом потерь – 103405 тыс. м. Количество подземных ремонтов по газлифтным скважинам принимаем равным 30. Количество подземных ремонтов по скважинам оборудованным ЭЦН при МРП равным 101 сут. и коэффициент эксплуатации К = 0,888 равно 96.

$$K = \frac{30 \text{ скв.} \cdot 365 \cdot 0,888}{101} = 96 \text{ рем.}$$

После перевода скважин, работающих с ЭЦН, на эксплуатацию газлифтом повышение затрат на добычу нефти произойдет по следующим статьям расходов:

- расходы на энергию по извлечению нефти;
 - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.
1. Расходы на энергию по извлечению нефти при газлифтной эксплуатации состоят из затрат на газ, безвозвратно потерянный за счет:
- утечек газа в сетях (8 %);
 - увеличения расхода газа за счет отложения парафина, гидратов (1,5 %).

При стоимости газа 15 руб. За 1000 м. куб. затраты при газлифтном способе эксплуатации составляют:

– 15 руб. X (0,095 x 1084,5 тыс. м. куб.) – 154,5 тыс. руб.

Таблица 1 – Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования для различных способов эксплуатации скважин

	ЭЦН	Газлифт
Затраты по прокату ЭЦН, тыс. руб.	500	–
Затраты на подземный ремонт, тыс. руб.	2038	2036
Прочие расходы, тыс. руб.	2572	2572

Экономическая эффективность перевода скважин, работающих на ЭЦН, на газлифтную эксплуатацию за счет снижения затрат на добычу нефти составит:

$$C = (C - C) A = (51,44 - 48,10) 414\,238 = 1\,383\,555 \text{ руб.}$$

Таблица 2 – Калькуляция себестоимости нефти электроцентробежными насосами и газлифтом

Экономический показатель	Затраты, тыс. рублей	
	ЭЦН	Газлифт
Расходы на энергию по извлечению нефти	1089	155
Основная заработная плата производственных рабочих	46	46
Дополнительная заработная плата производственных рабочих	4	4
Отчисления в фонд стабилизации и на соц. страхование	25	25
Амортизация скважин	3263	3263
Расходы по сбору и транспортировке нефти	2096	2096
Расходы по технологической подготовке нефти	1301	1301
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	5110	4610
Цеховые расходы	153	153
Общепроизводственные расходы	5248	5248
Прочие производственные расходы	2593	2593
Отчисления на ГРП	381	381
Производственная себестоимость валовой продукции	21308	19925
Валовая продукция, нефть (тн)	414238	414238
Себестоимость 1 тн нефти, (руб. – коп.)	51–44	48–10

Добыча нефти погружными центробежными насосами на м/р Монги без приспособлений специальных для выноса пластовой воды, приводит к снижению дебита скважин.

Эксплуатация скважин газлифтным способом на месторождении Монги имеет следующие преимущества:

- достигаются более высокие дебиты скважин, чем при других способах добычи
- в качестве рабочего агента используется газ высокого давления (7,1 МПа) с узола комплексной подготовки газа;
- присутствие попутного газа в продукции скважин создает условия экономии газа высокого давления;
- обеспечивается высокий коэффициент эксплуатации и большой межремонтный период работы скважин.

Таким образом, годовой экономический эффект от внедрения газлифта составляет 1 млн 348 тыс. руб.

Литература:

1. Липатова А.Р., Магзумова Н.В. Экономическая оценка применения систем выработки запасов нефти Аргунского месторождения // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика: Сборник статей 10-й Международной научно-практической конференции, посвященной 255-летию Вольного экономического общества России (10 декабря 2020 года, г. Курск) / Курский филиал Финансового университета при Правительстве РФ; в 2-х томах. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2020. – Т. 2. – С. 361–365.

2. Антошкина А.В., Королева О.А., Липатова А.Р. Экономическая оценка эффективности применения технологии борьбы с парафиноотложениями на нефтегазодобывающем предприятии // Актуальные вопросы экономических наук. Материалы III международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 250–257.

Literature:

1. Lipatova A.R., Magzumova N.V. Economic evaluation of the use of systems of oil reserves recovery in Argunskoe field // Institutions and mechanisms of investment development: world experience and Russian practice: Collection of articles of the 10th International Scientific Conference dedicated to the 255th anniversary of the Free Economic Society of Russia (December 10, 2020, Kursk) / Kursk Branch of Financial University under the RF Government; in 2 volumes. – Kursk : ZAO University Book, 2020. – Vol. 2. – P. 361–365.

2. Antoshkina A.V., Koroleva O.A., Lipatova A.R. Economic assessment of the effectiveness of the technology to combat paraffin deposits at the oil and gas production enterprise // In the collection: Current issues of economic sciences. Materials of III International Scientific and Practical Conference. – 2020. – P. 250–257.

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ИНГИБИТОРОВ ПРИ БОРЬБЕ С ГИДРАТАМИ
НА ГАЗОДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ**

**ECONOMIC ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF
THE APPLICATION OF INHIBITORS IN THE CONTROL OF HYDRATES
IN A GAS PRODUCTION ENTERPRISE**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Липатова Александра Романовна

магистрант кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
lipatova_alexandra@mail.ru

Есипенко Ольга Андреевна

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
korolevaolya96@gmail.com

Абдуллаев Магомедкамил Абдуллаевич

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
magamedkamil@bk.ru

Аннотация. В статье описаны основные методы борьбы с гидратами; доказана необходимость и целесообразность их применения; рассчитан экономический эффект от применения ингибиторов.

Ключевые слова: гидраты, добыча газа, эксплуатация скважин, затраты, экономическая эффективность.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Lipatova Alexandra Romanovna

Master Student of the Department of Oil and Gas Business
named after prof. G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
lipatova_alexandra@mail.ru

Esipenko Olga Andreevna

Master Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
korolevaolya96@gmail.com

Abdullaev Magomedkamil Abdullaevich

Master Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
magamedkamil@bk.ru

Annotation. The article describes the main methods of dealing with hydrates; the necessity and expediency of their application has been proved; the economic effect of the use of inhibitors has been calculated.

Keywords: hydrates, gasproduction, welloperation, costs, economic efficiency.

Нефтяная и газовая промышленность являются в настоящее время основой энергетики, индустрии и ведущей силой всей экономики Российской Федерации, а эффективная добыча и использование углеводородов – основополагающим фактором развития страны. Повышение эффективности добычи и использования углеводородных ресурсов зависят от интенсивной безаварийной эксплуатации существующих нефтегазовых систем, их успешной модернизации и ввода в эксплуатацию новых. Бесперебойная эксплуатация систем добычи, сбора, подготовки и транспортировки углеводородного сырья во многом определяется своевременным предупреждением образования в них гидратов и, при необходимости, их ликвидацией. Повышение добычи углеводородов помимо разработки месторождений нефти и газа имеет перспективу в освоении запасов природного газа, находящегося в гидратном состоянии.

В природе гидраты существуют в условиях, близким к границе фазовой устойчивости. Незначительные изменения температуры и давления способны вызвать необратимый процесс разложения гидратов с освобождением в окружающую среду огромного количества газов, в том числе азот- и серосодержащих. Предупреждение образования и ликвидация гидратов, а также добыча газа из природных гидратов являются одними из основных проблем нефтяной и газовой промышленности. Решение задач по предупреждению образования и ликвидации гидратов, а также добыче газа из природных гидратов требует умения определять термобарические параметры их образования и диссоциации. Процессы образования гидратов имеют различный характер, который определяется взаимодействием газа с водой, находящейся в той или иной фазовом состоянии.

Диссоциация (образование) гидратов в исходной системе газ – вода происходит при определенных неизменных равновесных термобарических условиях исходной системы. При вводе реагента гидратообразующую систему ее локальные температура и давление не флуктуируют, а общие термобарические условия не изменяются.

На всех газовых месторождениях для осушки газа используют антигидратные химические реагенты (ингибиторы), которые могут быть спиртами, солями, кислотами и соединениями азота и кислорода. Ингибиторы должны обладать:

1. Эффективностью, под которой понимают отношение разности температуры кристаллизации чистой воды и температуры кристаллизации воды в разбавленном реагенте к равновесной температуре гидратообразования;
2. Высокой устойчивостью против окисления и термического разложения;
3. Малой коррозионной активностью;
4. Быть транспортабельными.

Важно выбрать наиболее эффективный технологически и экономически. Экономический эффект связан с уменьшением расходов на приобретение химических реагентов.

Был проведен расчет экономической эффективности применения двух вариаций химических реагентов при подготовке газа. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Наименование реагента	Удельный расход, г/т	Цена реагента, руб.
метанол	90	52 600
метанол + аммиак	60	48 800

Результаты расчета накопления потока денежной наличности (НПДН) и чистой текущей стоимости (ЧТС) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет текущей стоимости

Показатели	Ед. изм.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Объем подготовки газа	тыс.т	5 475 800	5 635 300	5 635 300
Экономия химреагентов	руб.	9 959 295	10 178 230	10 178 230
Налог на прибыль	руб.	1 991 859	2 035 646	2 035 646
Поток денежной наличности	руб.	7 967 436	8 142 584	8 142 584
Накопленный поток денежной наличности	руб.	7 967 436	16 110 020	24 252 604
Коэффициент дисконтирования	–	0,909	0,826	0,751
Дисконтированный поток наличности	руб.	7 242 399	6 725 774	6 115 080
Чистая текущая стоимость	руб.	7 242 399	13 968 173	20 083 253

Так, данные расчеты показали, что замена чистого метанола на метанол + аммиак дает экономию химреагента и увеличивает потоки денежной наличности из года в год. Чистая текущая стоимость к концу 2021 года приблизительно составит 20 083, 2 тыс. рублей.

Литература:

1. Шостак Н.А. Факторы влияющие на рост гидратов природных и нефтяных газов // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых. Том II; Томский политехнический университет. – Томск : Изд. Томского политехнического университета, 2014. – С. 142–144.
2. Обзор процессов, приводящих к накоплению твердой органической фазы на поверхности оборудования при добыче нефти / И.О. Орлова [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 267–271.
3. Антошкина А.В., Королева О.А., Липатова А.Р. Экономическая оценка эффективности применения технологии борьбы с парафиноотложениями на нефтегазодобывающем предприятии // Актуальные вопросы экономических наук. Материалы III международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 250–257.

Literature:

1. Shostak N.A. Factors affecting the growth of natural and petroleum gas hydrates // Problems of geology and mineral development: Proceedings of the XVIII International Symposium of Academician M.A. Usov students and young scientists. Volume II; Tomsk Polytechnic University. – Tomsk : Tomsk Polytechnic University. – 2014. – P. 142–144.
2. Review of processes leading to the accumulation of solid organic phase on the surface of equipment during oil production / I.O. Orlova [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 267–271.
3. Antoshkina A.V., Koroleva O.A., Lipatova A.R. Economic assessment of the effectiveness of the technology to combat paraffin deposits at the oil and gas production enterprise // In the collection: Current issues of economic sciences. Materials of III International Scientific and Practical Conference. – 2020. – P. 250–257.

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
ПРЕДПРИЯТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**WAYS TO INCREASE COMPETITIVENESS OF
THE OIL AND GAS INDUSTRY**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Липатова Александра Романовна

магистрант кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
lipatova_alexandra@mail.ru

Величко Юрий Юрьевич

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
ibs_gold@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические аспекты конкурентных преимуществ и предложены мероприятия по повышению конкурентоспособности предприятия нефтегазовой отрасли; проанализированы: стоимость материальных расходов, оплата труда, страховые выплаты, амортизация и прочие расходы.

Ключевые слова: конкурентоспособность, предприятие, нефтегазовая промышленность, эффективность, затраты, прибыль.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Lipatova Alexandra Romanovna

Master Student of the Department of Oil and Gas Business
named after prof. G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
lipatova_alexandra@mail.ru

Velichko Yuri Yurievich

Master Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
ibs_gold@mail.ru

Annotation. This article examines the theoretical aspects of competitive advantages and proposes measures to improve the competitiveness of an oil and gas industry; analyzed: the cost of material costs, wages, insurance payments, depreciation and other costs.

Keywords: competitiveness, enterprise, oil and gas industry, efficiency, costs, profit.

В связи с изменениями в национальной и международной экономической политике России, значение конкурентоспособности предприятия и способность противостоять другим производителям, резко возрастает. Эффективность дея-

тельности предприятия на рынке определяется возможностями приспособиться к динамичным условиям рынка с точки зрения удержания или улучшения позиций в кругу соперников, его превосходствами, конкурентными преимуществами.

В настоящее время страна стоит перед необходимостью упрочения внутриэкономического положения, обеспечения устойчивого экономического развития, что предполагает определенную корректировку экономических подходов и более активное и скоординированное использование механизмов и рычагов экономической политики, в том числе конкурентной политики.

Конкуренция является важнейшим регулятором экономической эффективности и экономического развития, для создания которой предстоит решить важную и сложную задачу формирования конкурентной среды.

Конкурентная среда – экономико-правовой порядок, который обеспечивает доминирование рыночного типа экономических связей, свободу предпринимательства, равноправие производителей (покупателей) товаров и услуг, другими словами создает условия для эффективной конкуренции.

Таким образом, конкурентная среда представляет собой рамочные условия конкурентных отношений, которые необходимо сначала создать, а затем поддерживать. При отсутствии этих условий невозможно полноценное развитие рыночной экономики, ограничены возможности производственной активности и роста эффективности.

Актуальность статьи обуславливается тем, что в условиях развивающейся конкуренции данная тема касается функционирования практически всех хозяйствующих субъектов. В условиях ужесточающейся конкуренции предприятиям необходимо постоянно работать над своими конкурентными преимуществами. Конкуренция служит важнейшим способом повышения эффективности, как целой экономической системы, так и всех ее звеньев, это сильнейший способ непрерывного стимулирования работников и трудовых коллективов.

Допустим, продукцией предприятия являются: нефтепромысловое оборудование, трубопроводная арматура, блочно-модульное оборудование, металлоконструкции промышленного назначения и буровое оборудование.

Основную роль в обеспечении стабильности такого предприятия играет тщательно продуманная структура компании, включающая в себя:

- постоянное наличие широкого ассортимента на складе;
- систему центров сервисного и гарантийного обслуживания товаров;
- гибкую систему ценообразования и индивидуальный подход к каждому клиенту.

Процентного соотношения работников разных категорий на предприятии представлено в диаграмме на рисунке 1.

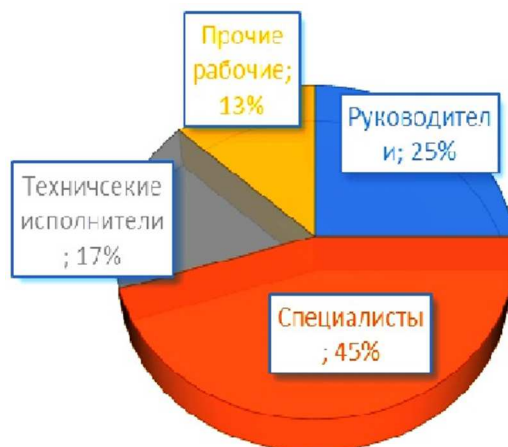


Рисунок 1 – Диаграмма процентного соотношения работников разных категорий

Для улучшения деятельности подобного предприятия необходимо на современном этапе предпринять определенные действия, связанные с улучшением благоприятного отношения к самому предприятию потребителей. Можно предложить следующие мероприятия, которые повысят конкурентоспособность фирмы, и, как следствие, приведут к повышению экономических показателей:

- обеспечение более низких издержек на производство и сбыт продукции;
- создание маркетинговой службы в предприятии;
- совершенствование кредитной политики;
- проведение среди персонала мероприятий по улучшению качества обслуживания.

Чтобы обладать преимуществом в области издержек производства, предприятие должно достичь самого низкого уровня суммарных издержек производства. Существует два основных способа завоевания конкурентного преимущества в этой области:

1) Целенаправленная работа по снижению затрат и увеличению эффективности производства;

2) Пересмотр полной структуры затрат и отказ от наиболее дорогостоящих и наименее эффективных технологических операций;

3) Увеличение объема реализации продукции.

Кроме всего вышеперечисленного, для повышения конкурентоспособности предприятия нефтегазовой отрасли, необходимо создать отдел маркетинга, который будет осуществлять следующие функции:

- разработку методов и средств изучения рынка;
- сбор данных;
- обработка данных, их классификация;
- разработка ценовой политики предприятия;
- проведение сегментации рынка, выделение целевой группы потребителей;
- разработка рекламных кампаний и акций;
- проведение рекламных кампаний и акций;
- составление смет затрат на проведение рекламных кампаний и акций, прочих маркетинговых мероприятий;
- организация маркетинговой деятельности;
- контроль за осуществлением маркетинговой деятельности;
- оценка эффективности маркетинговой деятельности.

Также очень целесообразно будет предложить включить в состав рекламных мероприятий следующее:

- создание и развитие рекламного бренда продукции предприятия;
- создание внешних стационарных рекламных средств продукции предприятия;
- применение рекламы продукции предприятия в прессе и на телевидении;
- применение системы скидок, при реализации продукции предприятия.

Кроме мероприятий по устранению и предупреждению несоответствий, предприятие должно разрабатывать меры по постоянному повышению качества продукции в соответствии с потребностями рынка и достижениями конкурентов.

Такие меры предусматриваются в соответствующих планах и программах по повышению качества продукции, учитываются при выполнении функций «организация работ», «обучение и мотивация персонала» и реализуются непосредственно в производственном процессе.

Таким образом, основными предложениями по повышению эффективности функционирования организации являются:

1. Выход на новые рынки.
2. Модификация сайта, продвижение товара производственного предприятия.
3. Продвижение с помощью SMM инструментов.
4. Мероприятия и стимулирующие акции – разработать бонусные карты и официальный сайт.

Литература:

1. Антошкина А.В., Прохорова В.В., Алюян С.В. Экономика, организация и планирование при управлении предприятиями нефтегазового комплекса: учебное пособие. – Краснодар : Изд-во КубГТУ, 2020. – 227 с.
2. Антошкина А.В., Гафурова Э.С., Липатова А.Р. К вопросу формирования кадровой политики газотранспортного предприятия // Социально-экономическое развитие России: проблемы, тенденции, перспективы. Сборник научных статей 19-й Международной научно-практической конференции. – Курск, 2020. – С. 30–35.
3. Антошкина А.В., Волков А.В., Липатова А.Р. Внедрение отраслевых решений SAP в систему управления газотранспортного предприятия // Стратегия социально-экономического развития общества: управленческие, правовые, хозяйственные аспекты. Сборник научных статей 10-й Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Курск, 2020. – Т. 1. – С. 30–33.

Literature:

1. Antoshkina A.V., Prokhorova V.V., Aluyan S.V. Economics, organization and planning in the management of oil and gas enterprises: a training manual. – Krasnodar : Publishing house of KubGTU, 2020. – 227 p.
2. Antoshkina A.V., Gafurova E.S., Lipatova A.R. To the Question of Forming the Personnel Policy of Gas Transmission Enterprise // In the collection: Socio-economic development of Russia: problems, trends, prospects. Collection of scientific articles of the 19th International Scientific-Practical Conference. – Kursk, 2020. – P. 30–35.
3. Antoshkina A.V., Volkov A.V., Lipatova A.R. Implementation of SAP industry solutions in the management system of a gas transport enterprise // Strategy of socio-economic development of society: management, legal, economic aspects. Collection of scientific papers of the 10th International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Kursk, 2020. – Vol. 1. – P. 30–33.

**МЕТОДЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПОЧВ И ВОДЫ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ
НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СЕВЕРНОГО САХАЛИНА**

**METHODS FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF SOILS AND WATER CONTAM-
INATED WITH OIL PRODUCTS AT THE NORTHERN SAKHALIN FIELDS**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры Оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Липатова Александра Романовна

магистрант кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
lipatova_alexandra@mail.ru

Есипенко Ольга Андреевна

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
korolevaolya96@gmail.com

Яковина Александр Сергеевич

магистрант кафедры отраслевого и проектного менеджмента,
Кубанский государственный технологический университет
alexjkn95@gmail.com

Аннотация. В статье приведены сведения о месторождении Мухто; описаны основные биологические методы борьбы с загрязнениями нефтепродуктами; доказана необходимость и целесообразность их применения.

Ключевые слова: загрязнение, нефть, нефтепродукты, ПДК, месторождение, добыча, эксплуатация скважин.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Lipatova Alexandra Romanovna

Master Student of the Department of Oil and Gas Business
named after prof. G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
lipatova_alexandra@mail.ru

Esipenko Olga Andreevna

Master Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
korolevaolya96@gmail.com

Yakovina Alexandr Sergeevich

Master Student of the Department of Industry and Project Management,
Kuban State Technological University
alexjkn95@gmail.com

Annotation. The article provides information about the Mukhto deposit; the main biological methods of combating pollution with oil products are described; the necessity and expediency of their application has been proved.

Keywords: pollution, oil, oil products, maximum permissible concentration, field, production, well operation.

Нефтегазовое месторождение Мухто расположено в 7 км к западу от Пильтунского залива и в 80 км южнее от г. Оха – центра нефтяной и газовой промышленности Сахалина. Изучение геологического строения площади Мухто было начато в 1930 году и уже в 1949 г. в центральной части Паромайской складки было начато глубокое разведочное бурение.

Как показывает опыт эксплуатации месторождений нефти и газа, работы по добыче и транспортировке добытой жидкости и газа неизбежно сопровождаются отрицательным влиянием на компоненты природных комплексов. Такое воздействие особенно ощущается на качественном состоянии поверхностных вод, лесных и земельных ресурсов.

Тревожное положение создается не снижающейся загрязненностью нефтепродуктами рек Северного Сахалина. Основными источниками нефтяного загрязнения почв и поверхностных вод являются технологические потери углеводородов, аварии как промысловых, так и межпромысловых трубопроводов. Отмеченное усугубляется тем обстоятельством, что на предприятиях объединения не налажен учет потерь нефти и сточных вод, площадей нарушенных и загрязненных земель, отсутствует сеть контрольных пунктов наблюдений и т.д.

В статье обосновано внедрения методов биологической очистки почв и воды, загрязнённых нефтепродуктами, на месторождении нефти и газа Мухто, выбор способов активизации аборигенной микрофлоры с целью ускорения процессов самоочищения загрязненных территорий. Бесспорными преимуществами этого метода являются эффективность, экономичность, экологическая безопасность, технологическая гибкость и отсутствие вторичных загрязнений.

Наибольшее количество вредных веществ попадает в окружающую среду вследствие аварий и чрезвычайных ситуаций на нефтегазодобывающих предприятиях. Основные виды и причины аварийных ситуаций:

- технологические (обусловленные нарушением норм технологического режима разработки в целом или отдельного технологического процесса);
- механические (вызванные частичным или полным разрушением и износом технологического оборудования или его отдельных узлов, деталей);
- организационно-технические (обусловленные прекращением подачи сырья, электроэнергии, ошибками персонала и проч.);
- стихийные (вызванные природными бедствиями).

Нефть существенно отличается от других загрязнителей по характеру воздействия на природные системы. Она не обладает строго определенным химическим составом, а включает в себя множество разновидностей смолисто-углеводородных систем, свойства которых могут существенно отличаться друг от друга. Нефть может нанести локальный ущерб растительному покрову и повлиять на химический состав и структуру почв, через влияние на растительность в течение многих лет, если только не принять меры по очистке, чтобы убрать нефть, или ускорить биodeградацию.

Эффективная защита окружающей среды от различных загрязнений невозможна без получения достоверной информации о степени загрязнения почв и вод. В настоящее время оценка загрязнения окружающей среды (воды, почвы и воздуха) производится главным образом на основе результатов химического анализа, результаты которого сравниваются с установленными ПДК (предельно допустимая концентрация) каждого компонента нефти в различных средах.

Однако, бывает, что нарушение почвенно-растительного покрова, вызванное очисткой, может привести к более значительным повреждениям, чем сам разлив, поэтому в не-

которых чувствительных зонах обитания, таких как топи, торфяники, болота или мелкие лагуны более приемлемо применение биопрепаратов, либо естественные процессы разложения нефти. В остальных случаях применяются различные способы очистки сред.

Например, самым действенным способом борьбы с последствиями разлива нефти и нефтепродуктов является комплекс работ, включающих механическое или физико-химическое удаление разлитых нефтепродуктов с последующей очисткой остающейся в почве нефти биологическими методами при помощи нефтеокисляющих микроорганизмов. При высокой степени загрязнения биологические методы не действенны.

Так, достаточно часто используются фиторемедиация – устранение остатков нефти путем высева нефтестойких трав (клевер ползучий, щавель, осока и т.п.), активизирующих почвенную микрофлору, является окончательной стадией рекультивации загрязненных почв и применение различных биопрепаратов – «Путидойл», «Биоприн», «Деворойл» и «Микробар». Последний – наиболее известный зарубежный препарат, в товарном виде представляющий собой порошкообразное вещество, хорошо растворимое в воде.

В настоящее время в мире существует обширная и наиболее используемая практика очистки почвы и подземных вод от нефтепродуктовых загрязнений. Для их ликвидации широко используются такие методы, как испарение загрязнителя в почве, биологическая очистка, складирование почвы с последующей самоочисткой, эвакуация загрязненного грунта с последующим захоронением или термической обработкой. Из всех технологий ликвидации последствий нефтепродуктового загрязнения почв нефтепродуктами, наиболее щадящей к окружающей среде является биоочистка на месте загрязнения.

Их можно разделить на несколько групп:

- Сжигание (термические методы утилизации);
- Физико-химические методы;
- Биохимические методы, сущность которых заключается в окислительном разложении углеводов с помощью определенных культур микроорганизмов;
- Физико-механические методы, осуществляемые, как правило, механическими устройствами;
- Химические методы обработки нефтесодержащих отходов.

Однако, сжигание не приемлемо, так как при горении нефтепродуктов происходит загрязнение атмосферы. На, ряду с этим возможна угроза возгорания нефтепромысловых объектов, пожары на торфяниках и т.д. Из всех технологий ликвидации последствий загрязнения почв нефтепродуктами, наиболее щадящей к окружающей среде является биоочистка на месте загрязнения. Ее преимуществом является относительная простота технологической реализации, а также относительно невысокие финансовые затраты. Она широко используется во многих странах уже более 30 лет, успешно применяется при очистке почв от бензина, дизельного топлива и других нефтепродуктов. Биологическая очистка представляет собой внесение в почву бактерий, способных разлагать нефтепродукт и вырабатывающих вещества, способствующих его быстрому смыванию (биогенных ПАВ); веществ, необходимых для их роста, а также другие мероприятия для создания для них наиболее благоприятных условий (внесение глюкозы, азотных удобрений, фосфора или кислорода). Принцип организации системы биологической очистки грунта на месте загрязнения представлена на рисунке 1.

Также хорошо зарекомендовал себя биологический метод для рекультивации шламонакопителей и очистки нефтезагрязненных земель, представленный фирмой «Деконта» (Чехия), представленная на рисунке 2.

В его основу положено применение биотехнологии непосредственно в грунте с использованием штаммов бактерий, обладающих большой поверхностной активностью и характерным массивным выделением поверхностно-активных веществ. В результате в водном экстракте освобождаются неполярные вещества, пораженный участок промывается биопрепаратом, отработанная вода откачивается и проходит биотехнологическую обработку. К данному методу добавляется вакуумная аэрация.

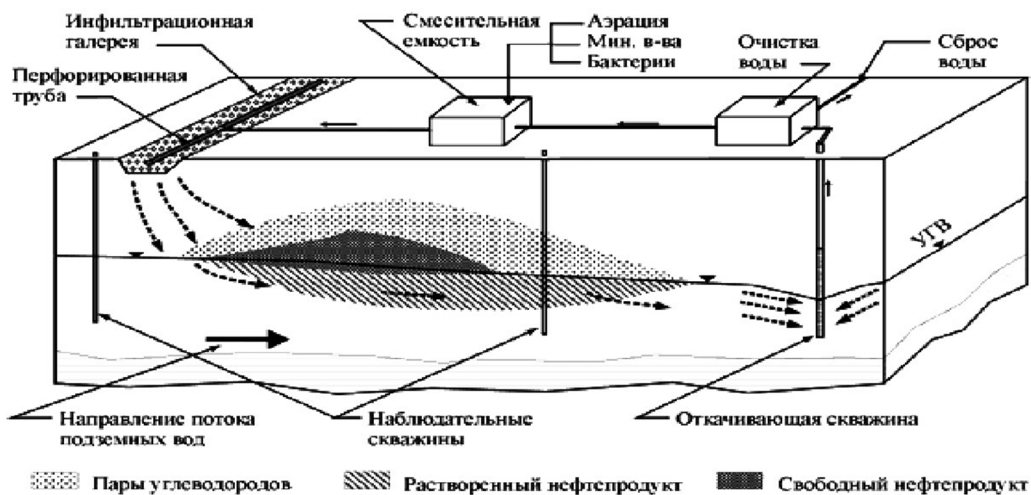


Рисунок 1 – Схем процесса очистки почвы от нефтепродуктов с внесением нефтеокисляющих микроорганизмов

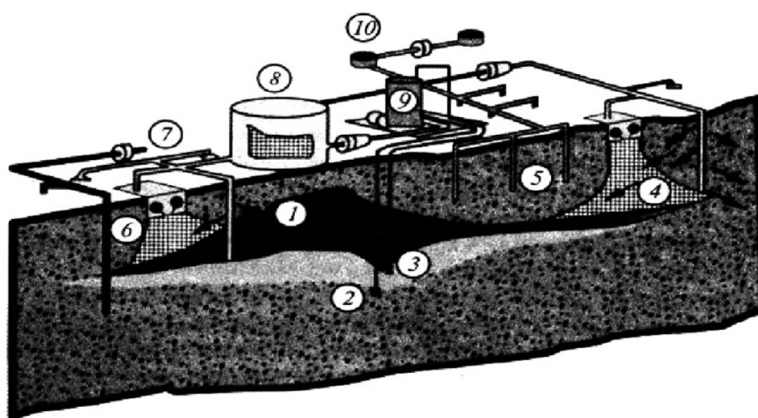


Рисунок 2 – Биотехнологическая ликвидация нефтяных загрязнений фирмы «Деконта»

В заключение следует отметить, что проблема обезвреживания воды, почвы и грунтов от нефтепродуктов прошла, различные этапы развития и в настоящее время является широко используемым технологическим процессом. Проведенные исследования позволяют рекомендовать для рекультивации, земель и ликвидации последствий аварии использование биопрепаратов. При этом следует использовать аборигенную микрофлору в сочетании сагροхимическими приемами. Природоохранные мероприятия, проведенные с помощью биопрепаратов, имеют ряд неоспоримых преимуществ. Помимо возвращения в народнохозяйственное пользование почв и водоемов, предотвращается отрицательное влияние загрязнений на организм человека и животных, сохраняется биологическое разнообразие видов животных, растений, микроорганизмов. Например, несколько лет назад на участках прохождения нефтепровода и на территории промысла, произошли две крупные аварии и пятнадцать мелких аварий. В результате чего была загрязнена территория размером 5200 м². Ликвидация последствий разлива была затруднена из-за болотистой местности. Применение биологической очистки в комплексе с другими методами ликвидаций загрязнения, помогло бы решить эту проблему.

Литература:

1. Микроорганизмы нефтяного пласта как одна из причин внутренней коррозии нефтепромысловых коммуникаций / И.О. Орлова [и др.] // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 2. – С. 136–138.

2. Обзор процессов, приводящих к накоплению твердой органической фазы на поверхности оборудования при добыче нефти / И.О. Орлова [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 267–271.

3. Антошкина А.В., Королева О.А., Липатова А.Р. Экономическая оценка эффективности применения технологии борьбы с парафиноотложениями на нефтегазодобывающем предприятии // Актуальные вопросы экономических наук. Материалы III международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 250–257.

Literature:

1. Oil reservoir microorganisms as one of the causes of internal corrosion of oilfield communications / I.O. Orlova [et al.] // Bulatov readings. – 2019. – VOL. 2. – P. 136–138.

2. Review of processes leading to the accumulation of solid organic phase on the surface of equipment during oil production / I.O. Orlova [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 267–271.

3. Antoshkina A.V., Koroleva O.A., Lipatova A.R. Economic assessment of the effectiveness of technology application to combat paraffin deposits at the oil and gas production enterprise // In the collection: Actual issues of economic sciences. Materials of III International Scientific and Practical Conference. – 2020. – P. 250–257.

НЕИСПРАВНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

GEAR FAILURE

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Сыщенко Владислав Витальевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
syshenkovlad2000@mail.ru

Кондрашов Александр Владимирович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
kondaroshov@bk.ru

Пономаренко Полина Дмитриевна

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polina_2018@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены неисправности зубчатых передач, представлены основные параметры, влияющие на возникновение отказов зубчатых передач.

Ключевые слова: зубчатые передачи, долговечность, КПД, абразивных износ, изгиб, удар, макропиттинг, усталостные трещины.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Syshchenko Vladislav Vitalievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
syshenkovlad2000@mail.ru

Kondrashov Alexander Vladimirovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
kondaroshov@bk.ru

Ponomarenko Polina Dmitrievna

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
polina_2018@mail.ru

Annotation. The malfunctions of gears are considered, the main parameters influencing the occurrence of failures of gears are presented.

Keywords: gear drives, durability, efficiency, abrasive wear, bending, impact, macropitting, fatigue cracks.

Одной из самых распространенных передач является зубчатая передача. Основные свойства зубчатых передач:

- постоянство передаточного числа
- отсутствие проскальзывания
- большая несущая способность при относительно малых габаритах и массе
- долговечность
- работа в обширном диапазоне нагрузок
- высокий КПД (до 0,995)
- простота обслуживания.

Зубчатые колеса обычно имеют высокую концентрацию сжимающих и скользящих напряжений вдоль активного профиля, концентрацию растягивающих напряжений на корневом радиусе нагруженной стороны зубьев и концентрацию сжимающих напряжений на корневом радиусе противоположной или ненагруженной стороны зубьев.

В основном, все неисправности зубчатых передач связаны с физическими повреждениями непосредственно, самих зубьев. Причиной могут быть ошибки в расчётах или неверно подобранные материалы, из которых изготавливаются зубчатые колёса.

Усталость при изгибе зубьев является наиболее распространенным видом разрушения зубчатой передачи и возникает в результате растрескивания при многократных напряжениях выше предела прочности зубчатой передачи. Зазубрины, канавки, неровности поверхности и дефекты материала уменьшают напряжение, которое деталь может выдержать в течение фиксированного числа циклов. При классическом усталостном разрушении при изгибе зуба источник разрушения находится на поверхности корневого радиуса нагруженной стороны зуба и находится в средней точке между концами зуба. Если в системе имеется рассогласование, это может привести к возникновению усталости в областях, где напряжения превышают расчетные пределы. Усталостная долговечность может быть увеличена за счет максимизации предельной прочности материала на растяжение. Устойчивость к усталостному изгибу может быть повышена путем достижения термообработки.

Абразивный износ зубьев. Истирание происходит, когда материал удаляется или смещается из-за наличия твердых частиц. Примеры твердых частиц, вызывающих истирание, включают в себя: металлический мусор, окалину, ржавчину, песок и абразивный порошок. Частицы могут быть суспендированы в смазочном материале или внедрены в фланки зубьев зубчатых колес.

Хотя абразивный износ в основном контролируется путем поддержания зубчатой системы с минимальным загрязнением, материалы по-прежнему играют определенную роль. Например, внутренне произведенные твердые частицы износа можно уменьшить путем использования поверхностно-упрочненных зубьев шестерни через обуглероживание или азотирование.

Воздействие на изгиб зуба. Изгиб зуба часто является результатом ударной нагрузки, когда зуб зубчатого колеса уступает из-за напряжения изгиба, которое превышает предел текучести материала. Чтобы решить эту проблему, материал зубчатого колеса должен обладать достаточной прочностью на растяжение, пределом текучести и пластичностью, чтобы выдержать тяжелые условия. Механические свойства зависят от выбранного материала и термической обработки зубчатого колеса.

Поломка зубьев, из-за усталостных напряжений повышенных температур развиваются трещины, которые увеличиваются со временем и приводят к поломке зуба, т.е. часть зуба откалывается и этот зуб, а значит и всё колесо уже не могут выполнять свои функции.

Другие неисправности: макропиттинг (микроточечная коррозия), обусловленный усталостным контактным напряжением, при котором трещины возникают на поверхности или под поверхностью зуба зубчатого колеса, является еще одним распространенным режимом разрушения зубчатых колес. Совместное действие напряжений качения и скольжения может привести к возникновению приповерхностного усталостного расщепления в точке максимального напряжения сдвига ниже контактной поверхности. Трещины будут распространяться по направлению к линии тангажа и в сторону от направления скольжения. Яма образуется, когда маленькие трещины вырастают достаточно длинными, чтобы отделить кусок материала на поверхности.

Как и при других режимах разрушения, важно выбрать правильный состав стали и получить термическую обработку. Использование высокопрочной стали, а также поверхностное упрочнение с помощью науглероживания или азотирования также могут уменьшить макропиттинг. Дробеструйная обработка также помогает вызывать сжимающие напряжения на зубе шестерни, чтобы уменьшить макропиттинг.

Анализ отказов может быть использован для выявления первопричины отказа зубчатых передач, а свойства и характеристики материала могут способствовать этим отказам. Некоторые из распространенных способов отказа зубчатых передач можно избежать, выбрав правильный материал и обеспечив надлежащую обработку.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.

2. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.

3. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.

4. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.

5. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.

6. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.

7. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.

8. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.

9. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

10. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

Literature:

1. Reducing loss of flowability of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

3. Increasing efficiency of high-viscosity oil transportation. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

Technology of transportation of high-viscosity oils using the heating method. Review of world experience / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 153–156.

5. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.

6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 66–68.

7. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.

8. Analysis of the composition of paint and varnish coatings for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.

9. Materials for Nondestructive Control by Capillary Method / A.V. Polyakov [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

10. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

ULTRASONIC FLAW DETECTION

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Сыщенко Владислав Витальевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
syshenkovlad2000@mail.ru

Кондрашов Александр Владимирович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
kondaroshov@bk.ru

Пономаренко Полина Дмитриевна

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polina_2018@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена основная классификация методов ультразвуковой дефектоскопии, приведена классификация ПЭП, описаны основные способы выявления дефектов.

Ключевые слова: ультразвуковая дефектоскопия, преобразователи, эхо-метод, теневой метод, неразрушающие методы контроля, продольные волны, поперечные волны.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Prikhodko Marina Gennadyevna

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Syshchenko Vladislav Vitalievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
syshenkovlad2000@mail.ru

Kondrashov Alexander Vladimirovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
kondaroshov@bk.ru

Ponomarenko Polina Dmitrievna

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
polina_2018@mail.ru

Annotation. The main classification of ultrasonic flaw detection methods is considered, the classification of probes is given, the main methods for detecting defects are described.

Keywords: ultrasonic flaw detection, transducers, echo method, shadow method, non-destructive testing methods, longitudinal waves, shear waves.

Дефектоскопия – это процесс выявления и определения размеров подповерхностных дефектов в материалах. Одним из наиболее распространенных методов выявления дефектов является ультразвуковой контроль, при котором звуковые волны, распространяющиеся через материал, используются для выявления таких аномалий. Высокочастотный звук предсказуемо ведет себя при взаимодействии с поверхностями и внутренними дефектами.

Дефектоскопия может применяться практически в любой отрасли – от композитных материалов и металлов, используемых в аэрокосмической отрасли, до нефтехимических нефте – и газопроводов и резервуаров для хранения, до производства электроэнергии, включая атомную энергетику. К наиболее частым обнаруженным аномалиям относятся трещины, пустоты и пористость в металлах, керамике и пластмассах, а также расслоения и отслоения в композитах.

Существует несколько методов ультразвукового контроля: эхо-импульсный, эхо-зеркальный, эхо-сквозной, дельта-метод (разновидность эхо-зеркального), когерентный метод (разновидность эхо-импульсного), теневой, зеркально теневой.

1. Эхо-импульсный метод – акустическая волна направляется на сварное соединение при этом регистрируются отраженные волны от дефекта. При таком методе используется один преобразователь.

2. Теневой метод – используются два преобразователя, установленные на разные стороны сварного соединения. При таком методе один из преобразователей генерирует акустические волны (излучатель), а второй их регистрирует (приёмник). Последний должен быть расположен строго по направлению движения волны, переданной излучателем. При таком методе признаком дефекта является пропадание ультразвуковых колебаний. В потоке ультразвука получается глухая область, это означает, что волна на этом участке не преодолела сварной дефект.

3. Эхо-зеркальный метод – используются так же два преобразователя, но располагаются они с одной стороны сварного соединения. Сгенерированные приёмником ультразвуковые колебания отражаются от дефекта и регистрируются приёмником. На практике такой метод получил широкое распространение для поиска дефектов, расположенных перпендикулярно поверхности сварного соединения, например, сварных трещин.

4. Зеркально-теневой метод – представляет собой теневой метод, но преобразователи располагаются не на противоположных поверхностях сварного соединения, а на одной. Вданном методе регистрируются не прямой поток ультразвуковых волн, а поток, отражённый от второй поверхности сварного соединения. Признаком дефекта является пропадание отражённых колебаний.

Одним из распространенных способов возбуждения ультразвуковых волн и их приема, прошедших через объект, является использование пьезоэлектрических преобразователей. Для возбуждения и приема волн могут использоваться два отдельных преобразователя, либо может использоваться совмещенный преобразователь, выполняющий функции излучателя и приемника.

Для выполнения измерений существуют различные виды преобразователей:

По углу ввода колебаний различают:

– Прямые преобразователи, вводят и (или) принимают колебания по нормали к поверхности объекта контроля в точке ввода.

– Наклонные преобразователи, вводят и (или) принимают колебания в направлениях отличных от нормали к поверхности объекта контроля.

По способу размещения функций излучения и приема УЗ сигнала различают:

– Совмещенные ПЭП где один и тот же пьезоэлемент, работает как в режиме излучения, так и в режиме приема.

– Раздельно – совмещенные преобразователи, где в одном корпусе размещены два и более пьезоэлемента, один из которых работает только в режиме излучения, а другие в режиме приема.

По частоте колебаний:

– Высокочастотные УЗ ПЭП условно можно ограничить диапазоном 4–5 МГц, такую частоту обычно применяют при контроле мелкозернистых заготовок небольшой толщины (обычно менее 100мм) и сварных соединений толщиной менее 20мм.

– Среднечастотные УЗ ПЭП с диапазоном частот 1,8–2,5 МГц. Преобразователи с данным диапазоном частот применяются для контроля изделий большей толщины и с большим размером частиц.

– Низкочастотные УЗ ПЭП с диапазоном частот 0,5–1,8 МГц, используются для контроля заготовок с крупнозернистой структурой и высоким коэффициентом затухания, например чугуна, бетона или пластика.

По способу акустического контакта:

– Контактные ПЭП, где рабочая поверхность соприкасается с поверхностью ОК или находится от нее на расстоянии менее половины длины волны в контактной жидкости.

– Иммерсионные, которые работают при наличии между поверхностями преобразователя и ОК слоя жидкости толщиной больше пространственной протяженности акустического импульса.

По типу волны возбуждаемой в объекте контроля:

– Продольные волны – колебания которых происходит вдоль оси распространения;

– Сдвиговые (поперечные) волны – колебания которых происходит перпендикулярно оси распространения;

– Поверхностные волны – распространяющиеся вдоль свободной (или слабонагруженной) границы твердого тела и быстро затухающие с глубиной.

– Нормальные ультразвуковые волны – ультразвуковые волны, которые распространяются в пластинах и стержнях. Существуют симметричные и антисимметричные волны.

– Головные волны – совокупность акустических волн возбуждаемых при падении пучка продольных волн на границу раздела 2 твердых сред под первым критическим углом.

Ультразвуковой метод контроля – эффективное решение неразрушающего метода контроля. Он безопасен, прост в использовании и может использоваться для крупномасштабных операций.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.
3. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.
4. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.
5. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.
6. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.
7. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.
8. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.
9. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

Literature:

1. Reducing loss of flowability of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
2. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.
3. Increasing efficiency of high-viscosity oil transportation. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

4. Technology of transportation of high-viscosity oils using the heating method. Review of world experience / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 153–156.
5. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.
6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 66–68.
7. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.
8. Analysis of the composition of paint and varnish coatings for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.
9. Materials for Nondestructive Control by Capillary Method / A.V. Polyakov [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ТОЛЩИНОМЕТРИЯ

ULTRASONIC THICKNESS MEASUREMENT

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Сыщенко Владислав Витальевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
syshenkovlad2000@mail.ru

Кондрашов Александр Владимирович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
kondaroshov@bk.ru

Пономаренко Полина Дмитриевна

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polina_2018@mail.ru

Аннотация. Отражены основная цель и задачи УЗТ, представлены преобразователи, которые используются в данном методе неразрушающего контроля.

Ключевые слова: ультразвуковая толщинометрия, преобразователи, коррозионный износ, неразрушающие методы контроля, дефектоскопия.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Prikhodko Marina Gennadyevna

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Syshchenko Vladislav Vitalievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
syshenkovlad2000@mail.ru

Kondrashov Alexander Vladimirovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
kondaroshov@bk.ru

Ponomarenko Polina Dmitrievna

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
polina_2018@mail.ru

Annotation. Reflects the main goal and objectives of UST, presents the transducers that are used in this method of non-destructive testing.

Keywords: ultrasonic thickness measurement, transducers, corrosive wear, non-destructive testing methods, flaw detection.

Ультразвуковая толщинометрия (УЗТ) – самым точным метод диагностики металлических конструкций, трубопроводов и прочих промышленных объектов.

Основной целью УЗТ является определение толщины материала и контроль исследуемых объектов, это способствует своевременному и плановому устранению дефектов на оборудовании.

Ультразвуковая толщинометрия имеет в настоящее время важную роль для получения информации о размерах объекта контроля, измерении толщины стенок труб, сосудов, резервуаров, корпусов оборудования, доступ к которым имеется только с одной стороны, а также для принятия заключений об остаточном ресурсе эксплуатации изделий и управляющих решений по обеспечению качества продукции.

Суть работы УЗТ заключается в определении времени прохождения ультразвукового импульса от излучателя до противоположной стороны объекта контроля и обратно к преобразователю.

Полученный прибором сигнал проходит обработку одним из способов:

- 1) Анализ временных промежутков между заданными донными сигналами
- 2) Анализ временного интервала равных заданных условий

Задачи, решаемые при измерении толщины, делятся на три вида, для каждой из которых используется определенный прибор:

- 1) Ручной контроль изделий с гладкими параллельными поверхностями, например, изделий после их изготовления.
- 2) Ручной контроль изделий с грубыми непараллельными поверхностями, например, изделий, внутренняя поверхность которых поражена коррозией.
- 3) Автоматический контроль в потоке (обычно труб).

При решении задач 1 и 3 основное требование – высокая точность измерений. При решении задачи 2 важное требование – высокая чувствительность, чтобы фиксировать рассеянное отражение от неровной противоположной поверхности, определять места наибольшего локального утончения стенок.

Для выполнения измерений существуют различные виды преобразователей, классификация которых представлена в таблице 1.

Ультразвуковая толщинометрия широко используется для измерения толщины различных объектов и изделий, как при производстве, так и при вводе в эксплуатацию. УЗТ помогает определить количественные характеристики уменьшения толщины стенок изделия в результате его эксплуатации. Помимо этого, ультразвуковая толщинометрия позволяет рассчитать величину коррозионного износа стенок оборудования, как с внешних, так и внутренних сторон. Проанализировав источники по данной тематике,

была выявлена актуальность данного метода, дальнейшее использование несет в себе большие перспективы в области диагностирования.

Таблица 1 – Виды преобразователей

Вид преобразователя				
По назначению		По функциональному признаку		
Нормальные (прямые)	Наклонные (призматические)	Раздельные	Совмещенные	Раздельно-совмещенные
Служат для генерации продольных волн	Служат для возбуждения нормальных, поперечных и поверхностных волн	Выполняют функцию либо излучателя, либо приемника и их включают по раздельной схеме	Включают по совмещенной схеме, и они выполняют поочередно функции то излучателя, то приемника	Служат для выравнивания чувствительности к дефектам, расположенным на разной глубине. Они содержат два пьезоэлемента, включенных раздельно, но конструктивно объединенных в одном корпусе.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.
3. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.
4. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.
5. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.
6. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.
7. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.
8. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.

9. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

Literature:

1. Reducing loss of flowability of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

3. Increasing efficiency of high-viscosity oil transportation. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

Technology of transportation of high-viscosity oils using the heating method. Review of world experience / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 153–156.

5. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.

6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 66–68.

7. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.

8. Analysis of the composition of paint and varnish coatings for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.

9. Materials for Nondestructive Control by Capillary Method / A.V. Polyakov [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

**ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
В НОРМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

**UNDERGROUND PIPELINE CONSTRUCTION TECHNOLOGY
UNDER NORMAL CONDITIONS**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Саввон Яков Владимирович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
savvonjv@rambler.ru

Евдокимов Егор Александрович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor22_06_01@mail.ru

Кирарас Никита Андреевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
rr.king@list.ru

Аннотация. Рассмотрена технология сооружения подземных трубопроводов, приведены основные работы и этапы строительства как газо-, так и нефтепровода.

Ключевые слова: подземные трубопроводы, прокладка, траншея, переходы, изоляционные работы, укладочные работы.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Savvon Yakov Vladimirovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
savvonjv@rambler.ru

Evdokimov Egor Alexandrovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
egor22_06_01@mail.ru

Kiraras Nikita Andreevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
KubanStateTechnologicalUniversity
rr.king@list.ru

Annotation. The technology of construction of underground pipelines is considered, the main works and stages of construction of both gas and oil pipelines are given.

Keywords: underground pipelines, laying, trench, crossings, insulation work, laying work.

Все работы, связанные с сооружением магистральных нефте- и продуктопроводов можно разделить на подготовительные и основные.

Цель подготовительных работ – обеспечение возможности выполнения основных видов работ по прокладке трубопровода, а также работ по строительству переходов его через естественные и искусственные преграды. Подготовительные работы выполняются с некоторым опережением основных видов работ.

К основным работам по сооружению газопроводов относятся транспортные, сварочно-монтажные, земляные и изоляционно-укладочные работы.

К транспортным работам относят выгрузку труб из железнодорожных полувагонов, погрузку труб на автотранспорт, транспортировку их на трубосварочные базы, к местам промежуточного складирования или непосредственно на трассу; транспортировку готовых секций на трассу и работы связанные с их разгрузкой на трассе.

Сварочно-монтажные работы при строительстве линейной части магистральных трубопроводов можно разделить на две группы:

– работы, выполняемые на трубосварочных базах (сборка и поворотная сварка отдельных труб в секции длиной, как правило, 36 м, гнутьё труб – изготовление кривых вставок);

– работы, выполняемые непосредственно на трассе трубопровода (неповоротная сварка секций труб в плети длиной 1÷5 км или сплошную нитку длиной 45 км и более), врезка катушек, задвижек и камер приёма и пуска скребка.

На строительстве линейной части магистральных трубопроводов земляные работы выполняют по разным технологическим и организационным схемам. Выбор схем зависит от конструктивных схем прокладки трубопроводов, типа грунтов, времени проведения работ и т.д.

При подземной прокладке трубопроводов к земляным работам относят: рытьё траншеи (в основном роторными и одноковшовыми экскаваторами); засыпку уложенного в траншею трубопровода бульдозерами.

На участках врезки кривых вставок ширину траншеи по дну увеличивают в 2 раза, а при балластировке трубопроводов железными пригрузами и закреплении анкерными устройствами – до 2,2 Дн.

Основной объём работ по рытью траншей выполняют роторными экскаваторами. Одноковшовые экскаваторы используют на участках трассы с водо-насыщенными грунтами, на всех участках врезки кривых вставок трубопровода, в местах установки линейной арматуры, при промерзании грунтов и т.д.

При выполнении земляных работ проводятся рекультивационные работы, связанные со снятием и последующим размещением слоя плодородного грунта на строительной полосе.

На строительстве магистральных трубопроводов изоляция и укладка трубопровода в траншею объединены в один процесс, называемый изоляционно-укладочными работами, которые выполняют механизированная изоляционно-укладочная колонна. Механизированная колонна выполняет следующие операции:

– на торец трубы насаживается очистно-изоляционная машина (или очистная и изоляционная);

– краны-трубоукладчики приподнимают начальный участок плети трубопровода на высоту обеспечивающую движение по плети очистно-изоляционной машины (или очистной и изоляционной);

– колонна движется синхронно – очистно-изоляционная машина непрерывно, за исключением технологических остановок, а краны-трубоукладчики прерывисто;

– очистной блок (или очистная машина), роторы которого оснащены металлическими скребками и щетками, очищает трубопровод от грязи, окалины, ржавчины, пыли до металлического блеска и одновременно наносит на трубопровод битумную грунтовку; изоляционный блок – (или изоляционная машина) на загрунтованную поверхность наносит изоляционное покрытие;

– перемещаясь по ходу работ, краны-трубоукладчики надвигают плеть трубопровода в сторону траншеи и укладывают изолированный трубопровод на дно траншеи.

При изоляции магистральных трубопроводов в трассовых условиях полимерными лентами появляются дефекты, которые необходимо устранить. Причины появления дефектов разнообразны:

– неравномерность нахлестов ленты из-за плохой торцовки рулонов;

– образование складок, гофр, морщин, неравномерность нахлестов – не отрегулирована машина, неправильно выбран угол наклона шпуль, чрезмерное или недостаточное натяжение;

– плохая прилипаемость ленты – несплошность клеевого слоя или не выдержан температурный режим нанесения ленты;

– прокол изоляционного покрытия – плохо очищена поверхность сварных стыков от брызг металла и грата.

Нормы и методы контроля качества изоляционно-укладочных работ при изоляции трубопровода регламентируются типовыми техническими картами, которые предусматривают пооперационный, лабораторный и выходной приёмочный контроль. На этих картах указывают процессы, объекты и способы контроля, нормативы, техническое оснащение и периодичность контроля.

Литература:

1. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.

2. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

3. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.

4. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

5. Эффективное решение для тампонирования скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.

6. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение.

Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

7. Борьба с пенообразованием в промышленных аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

8. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

9. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2 – С. 190–194.

10. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Снижение вредных выбросов в атмосферу при сжигании жидких топлив // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 16–19.

11. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Декусарова А.Р. Использование тепловых труб в системах охлаждения аппаратов воздушного охлаждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 20–23.

Literature:

1. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of changes in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.

2. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

3. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.

4. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

5. effective solution for plugging wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.

6. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

7. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

8. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

9. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

10. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Reduction of harmful emissions into the atmosphere when burning liquid fuels // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. - Krasnodar, 2020. – Vol. 1. - P. 16–19.

11. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in the cooling systems of air coolers // Referatotech: proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 20–23.

**БАЛЛАСТИРОВКА ТРУБОПРОВОДОВ.
КОНСТРУКЦИИ БАЛЛАСТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ**

**BALLASTING OF PIPELINES.
BALLASTING DEVICE DESIGNS**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Аннотация. Представлены схемы конструкции балластировочных устройств, отражены их особенности и области применения.

Ключевые слова: балластировка, утяжелители, анкерные устройства, неустойчивость грунтов, геометрия трубопровода.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Annotation. The schemes of construction of ballasting devices are presented, their features and areas of application are reflected.

Keywords: ballasting, weighting materials, anchoring devices, soil instability, pipeline geometry.

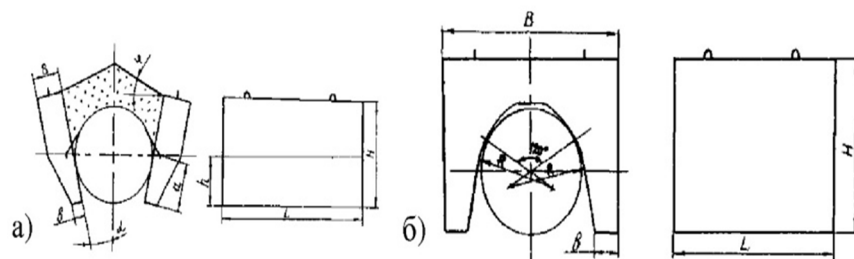
В зависимости от конкретных условий участка трассы трубопровода, характеристик грунтов, уровня грунтовых вод и схемы прокладки трубопровода применяются следующие конструкции и способы балластировки и закрепления трубопроводов:

- железобетонные утяжелители охватывающего типа УБО и клиновидные типа 1–УБКм;
- анкерные устройства винтового, раскрывающего типов (ВАУ, АР), а также вмораживаемые;
- минеральный грунт, в том числе с применением рулонных нетканых синтетических материалов (НСМ);
- полимерно-контейнерные балластирующие устройства (ПКБУ);
- групповой способ установки железобетонных утяжелителей и анкерных устройств;
- повышенное заглубление трубопровода.

Утяжелители типа УБО (рис. 1, а) состоят из двух железобетонных блоков, двух металлических, защищенных изоляционным покрытием или мягких, изготовленных из долговечного синтетического материала, соединительных поясов.

Утяжелитель 1–УБКм представляет собой седловидный железобетонный блок (рис. 1, б), поверхность которого, примыкающая к трубопроводу, образована двумя взаимно пересекающимися цилиндрическими поверхностями с радиусом больше, чем радиус трубы.

Полимерно-контейнерные балластирующие устройства (ПКБУ) с грунтовым наполнителем (рис. 2) и представляют собой соединенные четырьмя силовыми лентами два контейнера из мягкого долговечного синтетического рулонного материала с металлическими распорными рамками.



а – утяжелитель типа УБО; б – утяжелитель типа 1-УБКм

Рисунок 1 – Схемы конструкций железобетонных утяжелителей

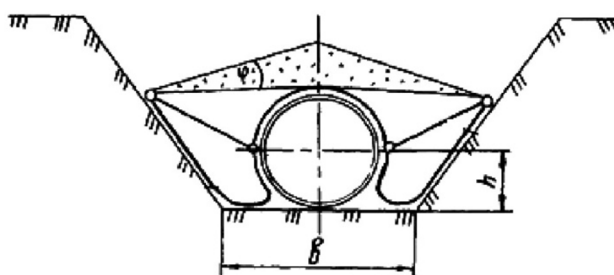


Рисунок 2 – Схема конструкции полимерно-контейнерного балластирующего устройства

Ленты изготавливаются из синтетического материала. Между лентами вшиты вертикальные противоразмывные перегородки. Для увеличения производительности труда и учета в балластировке массы грунта засыпки траншеи железобетонные утяжелители и ПКБУ устанавливают групповым способом.

Балластировка трубопроводов грунтом производится путем увеличения глубины траншеи. В зависимости от характеристик грунтов обратной засыпки и диаметра трубопровода достигается частичная или полная величина нормативной интенсивности балластировки.

Балластировка трубопроводов грунтом с применением нетканого синтетического материала (НСМ) выполняется по схемам рисунка 3. В зависимости от характеристик грунта балластировка осуществляется по всей длине трубопровода или отдельными участками.

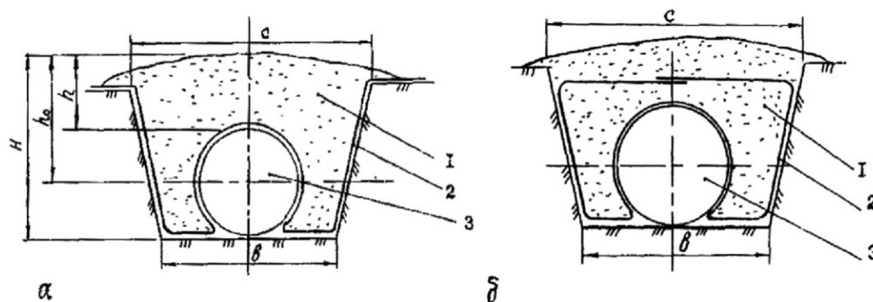


Рисунок 3 – Схемы балластировки трубопроводов грунтом с применением НСМ:
а – для песчаных; б – для глинистых;
1 – минеральный грунт; 2 – полотно из НСМ; 3 – трубопровод

В качестве балластирующего устройства может применяться грунт, закрепленный добавками вяжущих компонентов. Балластировка трубопроводов закрепленным грунтом выполняется в виде перемычек совместно с железобетонными утяжелителями или анкерными устройствами (дискового и стержневого типов).

Анкерное устройство дискового типа состоит из двух тяг с круглыми дисками, расположенными на определенном расстоянии друг от друга, двух ограничителей усилий и силового пояса.

Анкерное устройство стержневого типа отличается от предыдущего тем, что в нем отсутствуют диски, а тяги выполнены из арматуры периодического профиля. Ограничители усилий в анкерном устройстве применяются в случае закрепления трубопроводов, прокладываемых в пучинистых грунтах.

Балластировочные устройства позволяют зафиксировать трубопровод в различных грунтах, так как трубопровод имеет положительную плавучесть. Данные устройства позволяют сохранить геометрию трубопровода, предотвратить его всплытие и перемещение в неустойчивых грунтах.

Литература

1. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
2. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
3. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
4. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
5. Способы сварки труб различных марок сталей // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
6. Полякова В.В., Терещенко И.А. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий // Сборник лучших научных работ молодых ученых кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2018. – С. 43–44.
7. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 164–169.
8. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.
9. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненного транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.
10. Эффективное решение для тампонирувания скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – №5 (172). – С. 31–33.

Literature:

1. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
3. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
4. Peculiarities of the connection of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
5. Methods of Welding of Pipes of Different Steel Grades // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
6. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // In the collection: Collection of the best scientific papers of young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. - Krasnodar, 2018. – P. 43–44.
7. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.
8. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Increasing the efficiency of oil and gas preparation processes by reducing foam formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.
9. Setting the sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.
10. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.

О РЕЖИМЕ ЗАПУСКА ГПА И ЕГО ЗАГРУЗКЕ

ABOUT THE GPU START MODE AND ITS LOADING

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Саввон Яков Владимирович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
savvonjv@rambler.ru

Евдокимов Егор Александрович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor22_06_01@mail.ru

Кирарас Никита Андреевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
rr.king@list.ru

Аннотация. Рассмотрен режим запуска и загрузки турбины ГПА, приведены основные этапы запуска ГПА.

Ключевые слова: ГПА, ГТУ, КС, лопатки, клапан, пусковой насос, турбодетандер.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Savvon Yakov Vladimirovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
savvonjv@rambler.ru

Evdokimov Egor Alexandrovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
egor22_06_01@mail.ru

Kiraras Nikita Andreevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
KubanStateTechnologicalUniversity
rr.king@list.ru

Annotation. The mode of starting and loading the GPU turbine is considered, the main stages of starting the GPU are given.

Keywords: GPU, gas turbine unit, compressor station, blades, valve, starting pump, turbo expander.

Пуск ГПА является самым ответственным этапом в организации эксплуатации компрессорной станции. Это связано с тем, что при пуске ГПА одновременно включается в работу очень большое количество систем как самого агрегата, так и вспомогательных систем КС, от подготовки и правильной настройки которых зависит, насколько надежно этот пуск осуществляется. В процессе пуска роторов ГТУ начинают расти динамические нагрузки, возникают термические напряжения в узлах и деталях от прогрева ГТУ. Рост теплового состояния ведет к изменению линейных размеров лопаток, дисков, изменению зазоров в проточной части, тепловому расширению трубопроводов. При запуске ротора в первый момент не обеспечивается устойчивый гидравлический клин в смазочной системе. Компрессор ГПА близок к работе в зоне помпажа. Через нагнетатель осуществляется большой расход газа при низкой степени сжатия, что ведет к большим скоростям, особенно трубопроводов рециркуляции, что вызывает их вибрацию. В процессе запуска до выхода на режим «малого газа» валопроводы некоторых типов ГПА проходят через обороты, совпадающие с частотой собственных колебаний, т.е. через резонансные обороты.

Процесс запуска характеризуется очень большим количеством и сочетанием неустановившихся режимов работы, а также периодического их изменения.

Правильные действия персонала при пуске агрегата – одни из главных показателей уровня эксплуатации компрессорной станции. Нарушение технологии ремонта, нарушение регулировок узлов и деталей, любое неправильное действие в процессе пуска, сбой в работе защиты скажутся на пуске и обязательно приведут к нарушению алгоритма пуска и его сбою, а порою, при грубых нарушениях, и к аварийному ремонту ГТУ. Любые сбои на этапе запуска могут оказать существенное влияние и на эксплуатационные показатели в процессе работы машины.

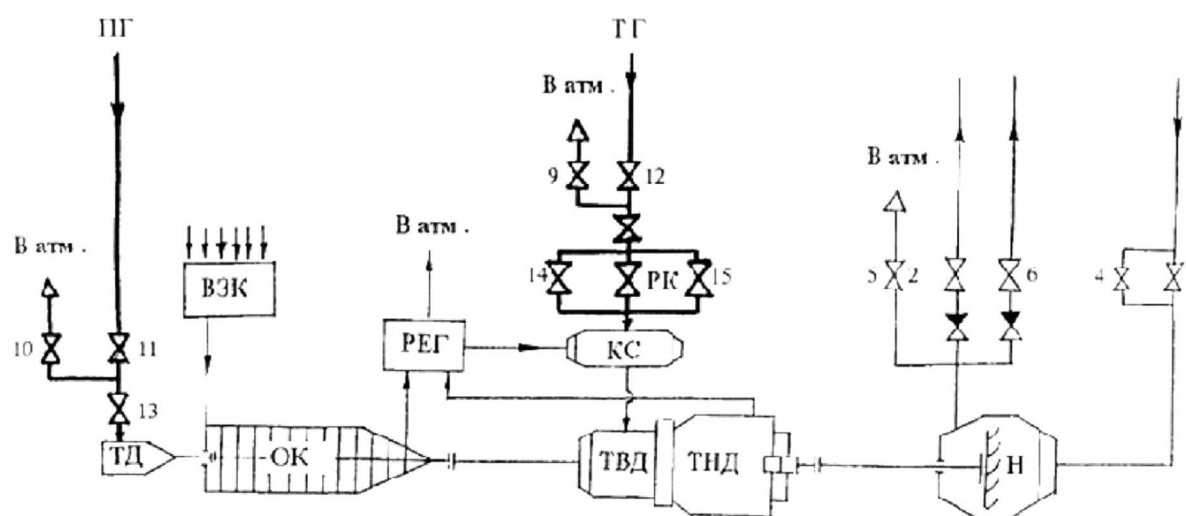
Время пуска зависит от типа ГПА. Для стационарных ГПА оно составляет 20–30 мин, для ГПА с авиационным приводом 5–10 мин.

Пуск ГПА осуществляется с помощью пусковых устройств. В качестве основных устройств применяются турбодетандеры, работающие в основном на перепаде давления природного газа, который предварительно очищается и редуцируется до необходимого давления. Турбодетандеры установлены на всех стационарных и некоторых авиационных ГПА. Иногда в качестве рабочего тела применяется сжатый воздух. Схема обвязки пускового устройства и топливного газа показана на рисунке 1.

Рассмотрим типовой алгоритм автоматического запуска стационарного ГПА с полно напорным нагнетателем. При пуске ГПА можно выделить три этапа. На первом этапе раскрутка ротора осевого компрессора и турбины высокого давления происходит только благодаря работе пускового устройства, а сам алгоритм протекает следующим образом. После нажатия кнопки «Пуск» включается пусковой насос масла – смазки и насос маслоуплотнения. Открывается кран № 4 и при открытом кране № 5 осуществляется продувка контура нагнетателя, в течение 15–20 С. После закрытия крана № 5 и роста давления в нагнетателе до перепада 0,1 МПа на кране № 1, производятся открытие крана № 1, закрытие № 4 и открытие агрегатного крана № 6. При этом произошло заполнение контура нагнетателя, и такой пуск называется пуском ГПА с заполненным контуром.

Далее включается валоповоротное устройство, вводится в зацепление шестерня турбодетандера, открываются гидравлический клапан № 13 и стопорный клапан системы регулирования ГПА. Затем открывают кран № 11 и закрывается № 10 и отключает-

ся валоповоротное устройство. Агрегат начинает вращаться от турбодетандера. Первый этап раскрутки заканчивается открытием крана № 12 и закрытием крана № 9. На втором этапе раскрутка ротора турбокомпрессора производится совместно турбодетандером и турбиной. При достижении оборотов турбокомпрессора, достаточных для зажигания смеси ~ 400–1000 об/мин, включается система зажигания и открывается кран № 15, подающий газ на запальное устройства камеры сгорания. О нормальном зажигании сигнализирует датчик-фотореле; через 2–3 с открывается кран № 14 и начинается подача газа на дежурную горелку. Примерно через 1–3 мин после набора температуры ~ 150–200 °С заканчивается «первый» этап прогрева, открывается регулирующийся клапан на величину 1,5–2 мм и начинается второй этап прогрева, который продолжается ~ 10 мин. Затем происходит постепенное увеличение оборотов турбины высокого давления за счет открытия газорегулирующего клапана. При достижении оборотов – 40–45 % от номинала, турбина выходит на режим самоходности; закрывается кран № 13, открывается кран № 10. При выходе из зацепления муфты турбодетандера, заканчивается второй этап раскрутки ротора.



ПГ – пусковой газ; ВЗК – воздухозаборная камера; ОК – осевой компрессор;
 КС – камера сгорания; ТВД – турбина высокого давления; ТД – турбодетандер;
 ТНД – турбина низкого давления; Н – нагнетатель; РЕГ – регенератор

Рисунок 1 – Принципиальная схема системы топливного и пускового газа: ТГ – топливный газ

На третьем этапе происходит дальнейший разгон ротора турбокомпрессора путем постепенного увеличения подачи газа в камеру сгорания. При этом закрываются антипомпажные клапаны осевого компрессора, турбоагрегат переходит с пусковых насосов на основные, приводимые во вращение уже от роторов агрегата. При увеличении частоты вращения до величины, равной частоте вращения других нагнетателей цеха, открывается кран № 2 и закрывается агрегатный кран № 6, включается табло «Агрегат в работе».

Литература:

1. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.
2. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

3. Эффективное решение для тампонирувания скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – №5 (172). – С. 31–33.
4. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
5. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
6. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
7. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
8. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Бальжунист О.С. Анализ экологического состояния атмосферы при эксплуатации газотранспортных объектов // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 24–26.
9. Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Применение тепловых труб на КС // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.
10. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Современные проблемы теплофизики и энергетики. Материалы III международной конференции. – М., 2020. – С. 413–415.

Literature:

1. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – С. 32–37.
2. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
3. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
4. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
5. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

6. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

7. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Balzhunist O.S. Analysis of the environmental state of the atmosphere during operation of gas transportation facilities // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 24–26.

9. Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Application of heat pipes at compressor stations // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 27–29.

10. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In Proceedings: Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering. Proceedings of the III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВВОДА ИНГИБИТОРОВ В ТРУБОПРОВОД

DEVICES FOR INJECTION OF INHIBITORS INTO THE PIPELINE

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Представлены устройства для ввода ингибиторов в трубопровод, выявлены особенности конструкций. Рассмотрен принцип работы каждого устройства, выявлены основные преимущества и недостатки.

Ключевые слова: ингибиторы, насос дозатор, «капельница», стационарная установка, метанол, дозировка.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Prihodko Marina Gennadyevna

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

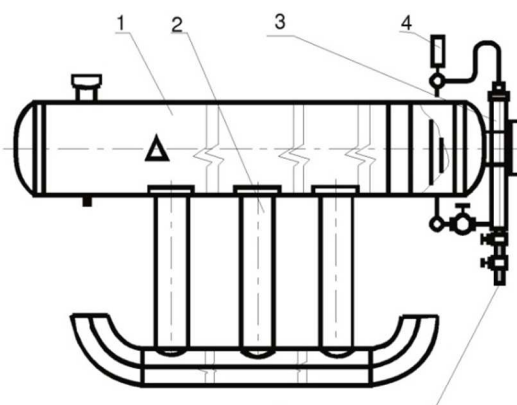
Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. Devices for the injection of inhibitors into the pipeline are presented, design features are revealed. The principle of operation of each device is considered, the main advantages and disadvantages are revealed.

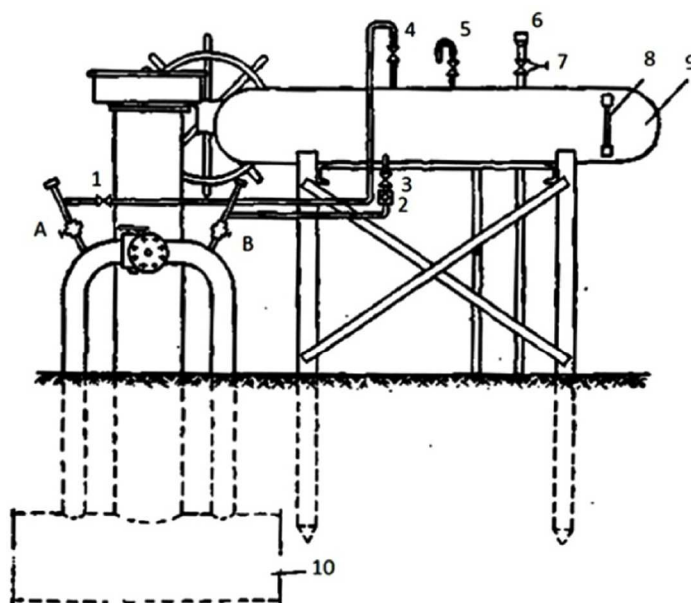
Keywords: inhibitors, pump dispenser, «dropper», stationary unit, methanol, dosage.

Основными устройствами ввода ингибитора в промысловый газопровод являются «капельницы» (рис. 1, 2) и насосы дозаторы, оборудованные форсунками (рис. 3).



1 – емкость для хранения метанола;
2 – опоры; 3 – уровнемер; 4 – «капельница»

Рисунок 1 – Общий вид передвижной установки ввода ингибитора оборудованной «капельницей»



1, 2, 4, 7 – вентили, служащие для заправки метанолом емкости метанолиницы;
А, В – вентили, регулирующие давление; 3 – капельница; 5 – свеча;
6 – наливная воронка; 8 – уровнемер; 9 – емкость метанолиницы

Рисунок 2 – Схема стационарной установки ввода ингибитора оборудованной «капельницей»

Установка ввода ингибитора, оборудованная «капельницей», работает следующим образом: для включения установки в работу необходимо давление емкости метанольницы сделать равным давлению газопровода, с помощью вентиля. Затем следует открыть капельницу и начать вводить самотеком метанол в газопровод. Количество метанола регулируется вентилями, а количество залитого в емкость определяют по уровнемеру. В случае остановки метанольницы на длительное время газ из метанольницы сбрасывается.

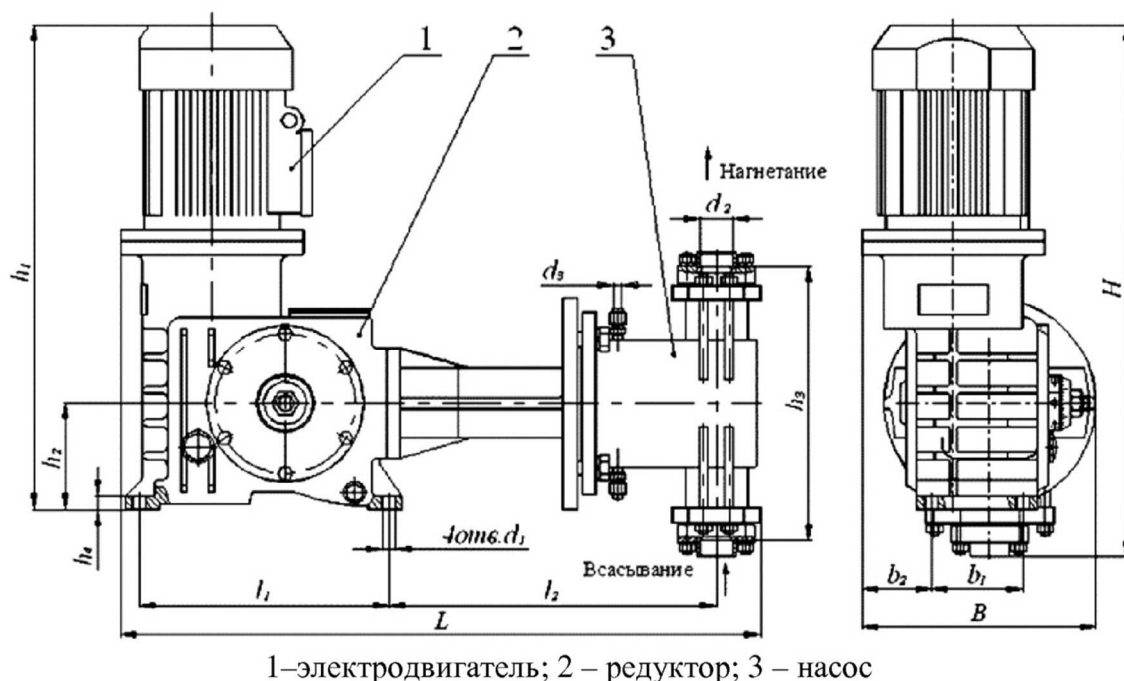


Рисунок 3 – Насос дозатор

Насос дозатор работает следующим образом: поршень насоса приводится в движение через редуктор электродвигателем, при движении поршня насоса назад жидкость вследствие разрежения через всасывающий клапан поступает в рабочую полость насоса, при этом клапан закрыт. При движении поршня вперед всасывающий клапан под действием собственного веса закрывается, а через нагнетательный клапан давлением, образовавшимся в рабочей полости насоса, жидкость выталкивается в напорный трубопровод.

Однако, у этих методов и устройств есть ряд недостатков:

- высокий расход ингибитора;
- низкая дисперсность вводимого ингибитора;
- отсутствие точной дозировки;
- низкая надежность оборудования.
- постоянное засорение форсунок.

Данные устройства наиболее часто используются для ввода ингибиторов в нефтегазовой отрасли и являются надежными и эффективными в своей работе.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 20–23.
4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
3. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of the connection of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of Welding of Pipes of Different Steel Grades // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
8. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННОГО МЕТОДА
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ПРОТОТИПИРОВАНИЯ
И РЕМОНТА НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**USING AN INNOVATIVE METHOD
FOR THE MANUFACTURE, PROTOTYPING AND REPAIR OF
OIL AND GAS FIELD EQUIPMENT**

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрен современный подход к изготовлению и ремонту нефтегазопромыслового оборудования, отражены преимущества и недостатки данных технологий.

Ключевые слова: прототипирование, нефтегазопромысловое оборудование, лазерная технология, струйная технология, нефтепродукты, порошковый материал, лазер.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Prihodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. A modern approach to the manufacture and repair of oil and gas field equipment is considered, the advantages and disadvantages of these technologies are reflected.

Keywords: prototyping, oil and gas field equipment, laser technology, jet technology, oil products, powder material, laser.

Изготовление, обслуживание и ремонт нефтегазопромыслового оборудования является неотъемлемой частью нефтегазового комплекса. Оборудование предназначено для добычи, хранения и транспортировки нефтепродуктов, а также обслуживания скважин. Очень важно избежать или вовремя устранить поломку. Для этого существуют производственные базы, ремонтные цеха, как у нефтегазовых предприятий, так и у самих заводов изготовителей. Очень часто приходится останавливать работу всего комплекса из-за одной поломки какой-то детали, изготовление которой в полевых условиях невозможно или крайне проблематично, тогда расходуются большие средства по изготовлению или ремонту, транспортировке и установке данной детали, для того чтобы не останавливать работу объекта и избежать более крупных затрат. Поэтому своевременная диагностика, обслуживание, ремонт и наличие запасных деталей крайне важно для нормальной эксплуатации объекта.

Проанализировав источники по данной тематике, можно представить современный подход к изготовлению и ремонту нефтегазопромыслового оборудования. Применение трехмерной печати – это серьезная альтернатива традиционным методам прототипирования и мелкосерийному производству, для нее используются 3D-принтеры – это периферийное устройство, использующее метод послойного создания физического объекта по цифровой 3D-модели. 3D технологии позволяют полностью исключить ручной труд и позволяют исключить необходимость делать чертежи и расчеты на бумаге, программа позволяет увидеть модель во всех ракурсах уже на экране, и устранить выявленные недостатки не в процессе создания, как это происходит при ручном изготовлении, а непосредственно при разработке. Данная технология дает возможность создать модель за несколько часов. Существуют различные технологии трёхмерной печати, классификация которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Технологии, применяемые для создания слоев

№ п/п	Лазерная	Струйная
1	Лазерная стереолитография	Застывание материала при охлаждении
2	Лазерное сплавление	Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы
3	Ламинирование	Склеивание или спекание порошкообразного материала

На основе анализа источников было выявлено, что наибольшее распространение получили лазерные технологии. Основные преимущества и недостатки данных технологий представлены в таблице 2

Одним из наиболее ярких примеров по изготовлению и ремонту нефтегазопромыслового оборудования является промышленная установка для аддитивного производства методом лазерного наплавления (LENS) с помощью принтера Optomec LENS 850–R. Особенности технологии позволяют производить высокоточную печать с одновременным использованием различных металлических порошков 5 – координатная система управления обеспечивает высокую гибкость системы и позволяет не только производить, но и ремонтировать металлические детали. Минимальная толщина наносимого слоя составляет 10 мкм. Большая рабочая камера позволяет создавать крупногабаритные объекты – 900 x 1500 x 900 мм. На сегодняшний день это наиболее соответствующий метод для ремонта или изготовления оборудования и узлов для нефтегазовой промышленности, причем как в полевых условия, так и в промышленный масштаб на производственных базах или цехах.

Таблица 2 – Основные преимущества и недостатки лазерных технологий

№ п/п	Технология	Преимущества	Недостатки
1	<p>Лазерная стереолитография – объект формируется из специального жидкого фотополимера, затвердевающего под действием лазерного излучения. При этом лазерное излучение формирует на поверхности текущий слой разрабатываемого объекта, после чего, объект погружается в фотополимер на толщину одного слоя, чтобы лазер мог приступить к формированию следующего слоя.</p> <p>Исходным продуктом является жидкий фотополимер, в который добавлен специальный реагент-отвердитель, и эта смесь напоминает эпоксидную смолу, только в обычном состоянии она остается жидкой, а полимеризуется и становится твердой под воздействием ультрафиолетового лазера.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – можно получить очень высокие разрешения печати; – механическая прочность получаемых образцов достаточно высока, они могут выдерживать температуру до 100 °С; – очень мало ограничений на сложность модели и наличие у нее мелких элементов; – малое количество отходов; – легкость финишной обработки, если таковая вообще требуется. 	<ul style="list-style-type: none"> – ограниченный выбор материалов для изготовления моделей; – невозможность цветной печати и сочетания разных материалов в одном цикле; – малая скорость печати, максимум 10–20 миллиметров в час по вертикали; – очень большие габариты и вес.
2	<p>Селективное лазерное спекание – объект формируется из плавкого порошкового материала путем его плавления под действием лазерного излучения. Данная технология не нуждается в поддерживающих структурах «висящих в воздухе» элементов разрабатываемого объекта, за счет заполнения пустот порошком. Для уменьшения необходимой для спекания энергии, температура рабочей камеры обычно поддерживается на уровне чуть ниже точки плавления рабочего материала, а для предотвращения окисления, процесс проходит в бескислородной среде.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – широкий спектр материалов, пригодных для использования; – позволяет создавать очень сложные модели; – скорость может достигать 30–40 мм в час по вертикали; – может использоваться не только для создания прототипов, но и для мелкосерийного производства. 	<ul style="list-style-type: none"> – требуются мощный лазер и герметичная камера, в которой создается среда с малым содержанием кислорода; – минимальная толщина слоя 0,1–0,15 мм (в зависимости от материала может быть и немного менее 0,1 мм); по горизонтали точность определяется фокусировкой лазерного луча; – требуется долгий подготовительный этап для прогрева порошка, а затем нужно ждать остывания полученного образца, чтобы можно было удалить остатки порошка; – в большинстве случаев требуется финишная обработка.
3	<p>Послойное склеивание пленок.</p> <p>Изготовление объектов с использованием ламинирования – объект формируется послойным склеиванием тонких пленок рабочего материала, с вырезанием (с помощью лазерного луча или режущего инструмента) соответствующих контуров на каждом слое. За счет отсутствия пустот, данная технология не нуждается в поддерживающих структурах «висящих в воздухе» элементов разрабатываемого объекта, однако, удаление лишнего материала в некоторых ситуациях может вызывать затруднения. Тонкие листы материала раскраиваются лазерным лучом или специальным лезвием, а потом тем или иным способом соединяются между собой. Для создания 3D-моделей может использоваться не только пластик, но даже бумага, керамика или металл.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – возможность полноцветной печати с высоким разрешением по осям X и Y; – доступность и относительно дешевизна главного расходного материала – бумаги; – можно создавать довольно большие модели; – для моделей с нависающими или горизонтально выступающими элементами не требуется формирование поддерживающих структур. 	<ul style="list-style-type: none"> – крайне ограниченный набор материалов для создания моделей, а отсюда и ограничения на прочностные и другие свойства создаваемых образцов; – толщина слоя всецело зависит от толщины используемого листового материала, из-за чего модель порой получается грубой, а механическая обработка для сглаживания возможна не всегда, поскольку может привести к расслоению; – наличие незначительного количества отходов, причем если горизонтальные проекции модели гораздо меньше листа, то отходов получается очень много, избежать этого можно одновременным изготовлением нескольких небольших образцов; – всегда требуется финишная обработка, связанная с удалением лишнего материала, она лишь может быть проще или сложнее в зависимости от свойств модели, причем если модель имеет полости с ограниченным доступом, то удалить из них лишнее может быть попросту невозможно.

Так или иначе, все работы по прототипированию должны производиться на основании расчетной теории подобия. 3D печать позволяет сократить расход ресурсов затраченных на изготовление того или иного прототипа, а современные средства 3D проектирования с помощью программного обеспечения на компьютере позволяют задать нужные параметры с высочайшей точностью еще до изготовления.

Данная тема в настоящее время довольно актуальна, так как применение трехмерной печати позволяет отказаться от дорогостоящих транспортных пересылок оборудования на ремонт или замену, она исключает травмоопасность на производстве, отходы при изготовлении или проведении ремонта, при этом отсутствует необходимость хранения большого количества запасных частей и узлов в полевых условиях, тем самым подтверждается экономическая эффективность.

Литература:

1. Паранук А.А., Приходько М.Г., Хрисониди В.А. Расчет запорно-регулирующей арматуры: учебное пособие по выполнению курсового проекта для студентов всех форм обучения направлений 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование», 21.03.01 – «Нефтегазовое дело». – Краснодар, 2016.

2. Приходько М.Г., Бунякин А.В, Пахомов Р.А. Расчёт и оптимизация теплового насоса в комбинации с бинарной энергоустановкой // Молодежная наука: Сборник лучших научных работ молодых ученых. – Краснодар, 2020. – С. 19–21.

3. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.

4. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.

5. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.

6. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.

7. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.

8. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.

9. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.

Literature:

1. Paranuk A.A., Prikhodko M.G., Khrononidi V.A. Calculation of shut-off and control valves: a textbook on the implementation of a course project for Students of all forms of edu-

cation in the areas 03/15/02 – «Technological machines and equipment», 03/21/01 – «Oil and Gas Business». – Krasnodar, 2016.

2. Prikhodko M.G., Bunyakin A.V., Pakhomov R.A. Calculation and optimization of a heat pump in combination with a binary power plant // Youth Science: Collection of the best scientific works of young scientists. – Krasnodar, 2020. – P. 19–21.

3. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

4. Increasing the efficiency of transportation of high-viscosity oil. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

5. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of under-rev. Review of world experience / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 153–156.

6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.

7. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 66–68.

8. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.

9. Analysis of the composition of paint and varnish coatings for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.

СПОСОБЫ ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН

WELL DEVELOPMENT METHODS

Поляков Алексей Владимирович

доценткафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

ассистенткафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Представлены основные способы освоения скважин, отражены основные преимущества восстановления дебита скважин после вскрытия продуктивного пласта.

Ключевые слова: скважина, призабойная зона пласта, плотность, сваби́рование, импlosion, компрессор, дебит.

Polyakov Alexey Vladimirovich

Associate Professor of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
polyakov0804@mail.ru

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The main methods of well development are presented, the main advantages of restoring the production rate of wells after opening the productive formation are reflected.

Keywords: well, bottomhole formation zone, density, swabbing, implosion, compressor, flow rate.

Освоение скважины – комплекс технологических операций по вызову притока и обеспечению ее продуктивности, соответствующей локальным возможностям пласта. После проводки скважины, вскрытия пласта и перфорации обсадной колонны, которую иногда называют вторичным вскрытием пласта, призабойная зона и особенно поверхность вскрытого пласта бывают загрязнены тонкой глинистой взвесью или глинистой коркой. Кроме того, воздействие на породу ударных волн широкого диапазона частот при перфорации вызывает иногда необратимые физико-химические процессы в пограничных слоях тонкодисперсной пористой среды, размеры пор которой соизмеримы с размерами этих пограничных слоев с аномальными свойствами. В результате образуется зона с пониженной проницаемостью или с полным ее отсутствием.

Цель освоения – восстановление естественной проницаемости коллектора на всем протяжении вплоть до обнаженной поверхности пласта перфорационных каналов и по-

лучения продукции скважины, соответствующей ее потенциальным возможностям. Все операции по вызову притока и освоению скважины сводятся к созданию на ее забое депрессии, т.е. давления ниже пластового. Причем в устойчивых коллекторах эта депрессия должна быть достаточно большой и достигаться быстро, в рыхлых коллекторах, наоборот, небольшой и плавной.

Различают методы освоения пластов с высоким начальным давлением, когда ожидаются фонтанные проявления, и с малым давлением (на разработанных площадях), когда угрозы открытого фонтанирования нет и предполагается механизированный способ эксплуатации. В практике нефтедобычи известно много случаев открытого нерегулируемого фонтанирования скважин с длительными пожарами в результате нарушения технологии вскрытия пласта и освоения скважины. Такие явления не только выводят из строя саму скважину, но и приводят к истощению самого месторождения.

Можно выделить четыре основных способов вызова притока: замена в стволе скважины жидкости большей плотности жидкостью меньшей плотности, снижение давления на пласт компрессором, свабиrowание, имплозия.

Замена в стволе скважины жидкости большей плотности жидкостью меньшей плотности. Такой метод широко применяется и основан на известном факте: столб жидкости, имеющей большую плотность, оказывает на пласт большее противодействие. Способ прост, экономичен и эффективен при слабой засоренности пласта.

Снижение давления на пласт компрессором Если замещение раствора водой не приносит результатов, прибегают к дальнейшему уменьшению плотности: в ствол подают сжатый компрессором воздух. При этом удается оттеснить столб жидкости до башмака насосно-компрессорных труб, уменьшив таким образом, противодействие на пласт до значительных величин. В некоторых случаях может оказаться эффективным метод периодической подачи воздуха компрессором и жидкости насосным агрегатом, создавая последовательные воздушные порции. Количество таких порций газа может быть несколько, и они, расширяясь, выбрасывают жидкость из ствола. С целью повышения эффективности вытеснения по длине колонны насосно-компрессорных труб устанавливают пусковые клапана-отверстия, через которые сжатый воздух поступает внутрь НКТ сразу же при входе в скважину и начинает «работать» т.е. поднимать жидкость и в затрубном пространстве, и в НКТ.

Свабиrowание. Метод заключается в спуске в НКТ специального поршня – сваба, снабженного обратным клапаном. Перемещаясь вниз, поршень пропускает через себя жидкость, при подъеме вверх – клапан закрывается, и весь столб жидкости, оказавшийся над ним, вынужден подниматься вместе с поршнем, а затем и выбрасываться из скважины. Поскольку столб поднимаемой жидкости может быть большим (до 1000 м), снижение давления на пласт может оказаться значительным. Так, если скважина до устья заполнена жидкостью, а сваб может быть спущен на глубину 1000 м, то уменьшение давления произойдет на величину уменьшения столба жидкости в затрубном пространстве, откуда часть жидкости перетечет в НКТ.

Процесс свабиrowания может быть повторен многократно, что позволяет снизить давление на пласт на очень большую величину.

Имплозия Если в скважину опустить сосуд, заполненный воздухом под давлением, затем мгновенно сообщить этот сосуд со стволом скважины, то освободившийся воздух будет перемещаться из зоны высокого давления в зону низкого, увлекая за собой жидкость и создавая таким образом, пониженное давление на пласт.

Подобный эффект может быть вызван, если в скважину спустить предварительно опорожненные от жидкости насосно-компрессорные трубы и мгновенно перепустить в них скважинную жидкость. При этом противодействие на пласт уменьшится и увеличится приток жидкости из пласта.

Вызов притока сопровождается выносом из пласта принесенных туда механических примесей, т.е. очисткой пласта.

Представленные способы широко применяются в нефтегазовой отрасли и в зависимости от условий эксплуатации применяют оптимальный вид воздействия на призабойную зону пласта.

Литература:

1. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
2. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
3. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
4. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
5. Способы сварки труб различных марок сталей // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
6. Газификация удаленных населенных пунктов регионов россии с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
7. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.
8. Анализ структуры пен при пеногашении / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 162–166.
9. Анализ способов контроля утечек из трубопроводов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 167–171.

Literature:

1. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
3. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
4. Peculiarities of the connection of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

5. Methods of Welding of Pipes of Different Steel Grades // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

6. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

7. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

8. Analysis of foam structure during defoaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. –P. 162–166.

9. Analysis of the ways of control of the leaks from the pipelines / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 167–171.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НЕФТЕЙ

OIL QUALITY CONTROL

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Саввон Яков Владимирович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
savvonjv@rambler.ru

Евдокимов Егор Александрович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor22_06_01@mail.ru

Кирарас Никита Андреевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
rr.king@list.ru

Аннотация. Рассмотрены основные требования к методам определения качества нефти, приведены основные методы оценки качества продукции.

Ключевые слова: нефть, проба, контроль, стандарты, качество, свойства.

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Savvon Yakov Vladimirovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
savvonjv@rambler.ru

Evdokimov Egor Alexandrovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
egor22_06_01@mail.ru

Kiraras Nikita Andreevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
rr.king@list.ru

Annotation. The main requirements for methods for determining the quality of oil are considered, the main methods for assessing the quality of products are given.

Keywords: oil, sample, control, standards, quality, properties.

С развитием техники повышаются требования к ассортименту и качеству нефтей и нефтепродуктов, что, в свою очередь, требует совершенствования процессов их производства. Поэтому качества, как товарной нефти, так и продуктов ее переработки, подлежат обязательному контролю. Организацию контроля качества невозможно осуществлять без стандартов на нефтепродукты и методов их испытания. Задачи стандартизации многообразны. Это и удовлетворение более высоких требований к выпускаемой продукции технологии транспорта, защита интересов потребителя, также и интересов изготовителя – от необоснованных претензий.

Под *качеством* нефти и нефтепродуктов понимают совокупность свойств, обеспечивающих их пригодность для использования по назначению. Свойства принято разделять на две основные группы: физико-химические и эксплуатационные (технологические).

К *физико-химическим* относятся свойства, характеризующие состояние нефти и нефтепродуктов и их состав (например, плотность, вязкость, фракционный состав). *Эксплуатационные свойства* характеризуют полезный эффект от использования нефтепродукта по назначению, определяют область его применения. Некоторые эксплуатационные свойства нефтепродуктов оценивают с помощью нескольких более простых физико-химических свойств. В свою очередь, перечисленные физико-химические свойства можно определить через ряд более простых свойств веществ. Часто на практике нефтепродукты и нефти характеризуются уровнем качества. Оптимальным уровнем считается такой, при котором достигается наиболее полное удовлетворение требований потребителя. Уровень качества зависит от уровня каждого свойства и значимости этого свойства. Количественную характеристику одного или нескольких свойств продукции, составляющих его качество, следует называть *показателем качества*. Относительную характеристику качества, основанную на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями, называют *уровнем качества*. Некоторые показатели качества продукции приведены в таблице 1.

Большинство методов оценки анализа свойств и качества стандартизовано и по назначению. Они подразделяются на *приемосдаточные, контрольные, полные, арбитражные и специальные*. *Приемосдаточный* анализ проводят для установления соответствия произведенного, поступившего или отгруженного нефтепродукта показателям качества.

Таблица 1 – Показатели качества товарной нефти

Показатель	Группа нефти			Метод испытаний, погрешность, %
	I	II	III	
Содержание воды, %, не более	0,5	1	1	ГОСТ 2477–65, 6,0
Содержание хлористых солей, мг/л, не более	100	300	800	ГОСТ 21534–76, 10,0
Содержание мех. примесей, %, не более	0,05	0,05	0,05	ГОСТ 6370–83, 20,0
Давление насыщенных паров, Па, не более (ГОСТ 1756–52)	66 650	66 650	66 650	СТ СЭВ 3654–82

Контрольный анализ проводят в процессе приготовления или хранения нефтепродукта. *Полный* анализ позволяет дать оценку качества по основным эксплуатационным свойствам для партии продукта, отгружаемой с завода, или перед отправкой про-

дукта на длительное хранение. *Арбитражный* анализ выполняют на главном предприятии отрасли по данному виду продукции или в нейтральной компетентной лаборатории в случае возникновения разногласия между поставщиком и потребителем. Число контролируемых показателей при этом может быть различным. *Специальный* анализ проводится по узкой группе нефтепродуктов. Например, определение фракционного состава нефтей, стабильность масел.

Тот или иной метод анализа дает надежные результаты только тогда, когда его проводят в установленных стандартами условиях. Всякое отступление от стандартных методов не допускается, т.к. даже одно и то же свойство для различных нефтепродуктов определяется различными методами.

Литература:

1. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

2. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

3. Эффективное решение для тампонирования скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – №5 (172). – С. 31–33.

4. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

5. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

6. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

7. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

2. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

3. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
4. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // In the collection: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
5. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
6. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
7. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ТРАСС ПРОМЫСЛОВЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

FEATURES OF THE CHOICE OF ROUTES OF FIELD OIL PIPELINES

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Безуглый Александр Николаевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
alex.bezuglyu@gmail.ru

Мамедов Аким Гаринович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
38Akim28@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены особенности выбора и строительства трасс промысловых нефтепроводов.

Ключевые слова: промысловый нефтепровод, месторождение, схемы прокладки, условия строительства.

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Bezugly Alexander Nikolaevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
alex.bezuglyu@gmail.ru

Mamedov Akim Garinovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
38Akim28@gmail.com

Annotation. The features of the selection and construction of oil field pipelines are considered.

Keywords: field oil pipeline, field, laying schemes, construction conditions.

На основании комплексного проекта разработки нефтяного или газового месторождения осуществляют выбор трасс трубопроводов. При выборе трасс промысловых трубопроводов широко применяют математические методы проектирования по нескольким критериям оптимальности, в качестве которых принимают приведенные затраты при сооружении, техническом обслуживании и ремонте трубопроводов при эксплуатации, включая затраты на мероприятия по обеспечению сохранности окружающей среды, а также металлоемкость, конструктивные схемы сбора нефти и газа, сроки строительства, очередность ввода скважин на месторождении или ПХГ и др. при поиске наиболее экономичных трасс используют крупномасштабные карты, материалы аэрофотосъемки и съемки земной поверхности, проводимые с искусственных спутников. Промысловые трубопроводы в основном прокладывают в технических коридорах (группами).

При выборе трасс учитывают факторы, влияющие на сейсмостойкость промысловых трубопроводов, условия строительства с тем, чтобы обеспечить применение наиболее эффективных, экономных и высокопроизводительных методов производства строительно-монтажных работ, эксплуатационную надежность трубопроводов и сооружений, максимальную сохранность окружающей среды. Необходимо также учитывать перспективное развитие месторождения, а при выборе трасс коллекторов (трубопроводов, транспортируемых продукт от пунктов подготовки (сбора) до головных сооружений) и учитывать затраты на сооружение перекачивающих станций.

На вечномерзлых грунтах следует по возможности избегать участки с подземными льдами, наледями, буграми пучения, проявлениями термокарста, косогоров с льдонасыщенными, глинистыми и переувлажненными пылеватými грунтами. Основным принципом использования вечномерзлых грунтов в качестве основания для промысловых трубопроводов и их сооружений является принцип, при котором вечномерзлые грунты оснований следует использовать в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего заданного периода эксплуатации трубопровода. С этой целью разрабатывают проектами специальные мероприятия (типы прокладки, теплоизоляция и др.), обеспечивающие надежность строительства и эксплуатации трубопровода.

Не допускается прокладка промысловых трубопроводов через населенные пункты, специальными нормами регламентируют минимальное расстояние от оси подземных промысловых трубопроводов различного назначения до объектов, зданий и сооружений.

Трассу промысловых трубопроводов и расположение наземных сооружений необходимо выбирать на основе детального изучения и специальных изысканий, которые проводят на закарстованных территориях. К таким районам относятся территории, в геологическом разрезе которых присутствуют растворимые горные породы. Освоение нефтяных и газовых месторождений в таких районах оказывает влияние на естественные условия картообразования.

Мероприятия по снижению влияния строительства трубопроводов на ход карстообразования заключается в предотвращении повышения обводненности карстующихся пород, изменения состояния покрывающей толщи и выборе конструкции линейного сооружения. Такими мероприятиями могут быть, например:

- планировка территории строительства с минимальной срезкой пород, обеспечивающая быстрый отвод атмосферных вод со строительной площадки;
- рекультивация полосы строительства;
- исключения сброса воды из трубопроводов при промывке и гидравлических испытаниях на территории с карстующимися породами;
- тампонирующее покрытие карстовых форм водоупорным материалом;

- покрытие водонепроницаемым материалом участков развития открытого карста;
- искусственное закрепление рыхлых грунтов покровной толщи;
- производство земляных работ без применения взрывов;
- прокладка трубопроводов с минимальным заглублением – наземным или надземным способом
- отнесение участков трубопроводов к категории не ниже 2-й;
- для промышленных трубопроводов, предназначенных для транспорта жидких продуктов или тяжелых газов, проектирование аварийных задвижек на границах территории распространения карста;
- организация наблюдений за полосой строительства и своевременное проведение ремонтно-восстановительных работ на сооружениях.

Для назначения комплекса противокарстовых мероприятий необходимы подробные данные инженерно-геологических особенностей участка строительства, технологии строительства и эксплуатации промышленных трубопроводов.

Вышеописанные параметры выбора трасс широко используются при строительстве трубопроводов и позволяют выявить оптимальные параметры при строительстве объектов трубопроводного транспорта.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Борьба с пенообразованием в промышленных аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

11. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

Literature:

1. Reducing loss of flowability of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

5. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

8. Peculiarities of the connection of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

9. Methods of Welding of Pipes of Different Steel Grades // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

10. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

11. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ НА ТРУБОПРОВОДАХ

QUALITY CONTROL OF WORK ON PIPELINES

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Евдокимов Егор Александрович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor22_06_01@mail.ru

Киранас Никита Андреевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
rr.king@list.ru

Неприкова Элеонора Николаевна

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ela.neprikova@mail.ru

Аннотация. Представлены методы контроля сварных стыков на трубопроводах, отражены преимущества и недостатки каждого из них, описаны также способы сочетания этих методов контроля.

Ключевые слова: ультразвуковой метод контроля, трубопроводы, качество сварного соединения, магнитографический метод, рентгеновские лучи.

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Evdokimov Egor Alexandrovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
egor22_06_01@mail.ru

Kiraras Nikita Andreevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
rr.king@list.ru

Neprikova Eleonora Nikolaevna

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
ela.neprikova@mail.ru

Annotation. Methods of testing welded joints on pipelines are presented, the advantages and disadvantages of each of them are reflected, methods of combining these control methods are also described.

Keywords: ultrasonic testing method, pipelines, welded joint quality, magnetographic method, X-rays.

Качество строительства трубопроводных систем зависит от многочисленных факторов, которые необходимо учитывать при строительстве и эксплуатации трубопроводов. Наиболее ответственным элементом трубопроводов является соединение труб – стык.

Стыки, выполненные дуговыми методами сварки, подвергают контролю физическими методами в объеме:

– 100 % стыков участков трубопроводов I категории и воздушных переходов, а также все косые стыки и стыки захлестов, катушек и ввариваемой арматуры – рентгеновскими или гамма-лучами;

– 100 % участков трубопроводов II категории (из них не менее 25 % просвечивают рентгеновскими или гамма-лучами);

– 100 % стыков участков трубопроводов III категории (из них не менее 10 % просвечивают рентгеновскими или гамма-лучами);

– не менее 20 % стыков участков трубопроводов IV категории (из них не менее 2 % просвечиваются рентгеновскими или гамма-лучами).

Сварные стыки участков трубопроводов I–III категорий при наземной и надземной прокладке контролируют в том же объеме и теми же методами, что и при подземной укладке трубопровода этих категорий.

Сварные стыки участков трубопроводов IV категории при наземной и надземной прокладке подвергают 100 %-ному контролю физическими методами, из них не менее 10 % просвечиваются рентгеновскими или гамма-лучами.

Не подвергаются контролю сварные соединения труб и арматуры, выполненные заводами-поставщиками.

При контроле физическими методами годными считают сварные швы, в которых нет трещин; нет скоплений дефектов по группе В (ГОСТ 7512–75); суммарная глубина непровара и шлаковых включений по группам А и Б (ГОСТ 7512–75) не превышает 10 % от толщины стенки трубы (но не более 1 мм).

Контроль методом просвечивания производится рентгеновскими лучами и радиоактивными элементами.

Для проверки качества сварной стык труб подвергается просвечиванию по всей своей окружности. Внутреннее состояние сварного шва при просвечивании фотографируется на светочувствительную пленку, на которой отображается большинство имеющихся в шве дефектов.

Магнитографический метод. Контроль качества сварных соединений труб магнитографическим методом основан на нахождении полей рассеяния, фиксируемых на магнитной ленте при намагничивании проверяемого сварного шва. Магнитографическому контролю подвергают стыки труб при толщине стенок от 3 до 20 мм. Намагничивание сварных швов и запись полей дефектов на магнитную ленту производятся специальными устройствами в зависимости от диаметров труб.

Воспроизведение магнитных отпечатков, полученных на ленте в процессе записи сварного шва, осуществляют при помощи магнитографического дефектоскопа МДУ–1, МДУ–2, МГК–1.

Магнитографический метод контроля качества сварных соединений труб хорошо выявляет в сварном шве мелкие трещины инепровары. Аппаратура удобная в пользовании, обеспечивает высокую производительность при работе в полевых условиях и безопасность работающего персонала.

К недостаткам магнитографического метода контроля сварных соединений относятся затруднения контроля сварных швов, имеющих грубую чешуйчатую поверхность, различные наплывы, незаполненные кратеры, неровности.

Ультразвуковой метод контроля. Ультразвуковой метод обеспечивает выявление в сварных соединениях трещин, непроваров, шлаковых включений газовых пор без расшифровки характера дефектов, а также позволяет определить условную протяженность, условную высоту и координаты расположения дефектов. Ультразвуковому методу контроля подвергаются сварные соединения трубопроводов диаметром свыше 219 мм с толщиной стенки до 40 мм.

На строительстве трубопроводов ультразвуковой метод контроля следует применять в сочетании с другими физическими методами дефектоскопии.

Все места сварных стыков, в которых ультразвуковым методом обнаружены недопустимые дефекты, должны быть подвергнуты повторному контролю (т.е. дублированию) методами просвечивания рентгеновскими или гамма-лучами, а в отдельных сомнительных случаях (для выявления трещин или узких стянутых непроваров) – дополнительномагнитографическим способом.

Самостоятельно ультразвуковой метод контроля (с правом браковки сварных стыков по его результатам) рекомендуется применять на тех объектах, на которых по технологическим соображениям применение других физических методов дефектоскопии затруднительно.

Вышеописанные методы позволяют качественно проконтролировать стык трубопровода на наличии различных дефектов, что в дальнейшем позволит безопасно эксплуатировать данный объект контроля. Комбинирование методов позволяет исключить недостатки выявления дефектов одним из способов контроля.

Литература:

1. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
2. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
3. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
4. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
5. Способы сварки труб различных марок сталей // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
6. Эффективное решение для тампонирования скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.

7. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «научные труды кубгту». – 2016. – № 11. – С. 43–54.

8. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.

9. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

10. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

11. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

3. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

4. Peculiarities of the connection of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

5. Methods of Welding of Pipes of Different Steel Grades // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

6. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.

7. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.

8. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Improving the efficiency of oil and gas treatment processes by reducing foaming // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.

9. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Materials of International nau-practical conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

10. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // In the collection: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

11. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

ТЕРМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ДОБЫЧИ НЕФТИ

THERMAL METHODS OF OIL PRODUCTION

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Безуглый Александр Николаевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
alex.bezuglyu@gmail.ru

Мамедов Аким Гаринович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
38Akim28@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены области применения способа паротеплового воздействия на пласт в зависимости от оптимального сочетания геолого-технических условий. Представлена систематизация оптимальных сочетаний условий термического воздействия.

Ключевые слова: добыча, нефть, вязкость, проницаемость, неоднородность пласта, пористость, паротепловое воздействие.

Prihodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Bezugly Alexander Nikolaevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
alex.bezuglyu@gmail.ru

Mamedov Akim Garinovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
38Akim28@gmail.com

Annotation. The areas of application of the method of thermal steam stimulation on the formation are considered, depending on the optimal combination of geological and technical conditions. The systematization of optimal combinations of thermal exposure conditions is presented.

Keywords: production, oil, viscosity, permeability, reservoir heterogeneity, porosity, thermal steam effect.

Для повышения эффективности добычи высоковязкой нефти применяются различные методы паротеплового воздействия на пласт. При этом, эффективность применения паротеплового воздействия на нефтяные пласты в основном зависит от выбора объекта и системы разработки.

Научно-обоснованные критерии, используемые при выборе нефтяной залежи для паротеплового воздействия на пласт учитывают достаточно широкий комплекс основных геолого-физических характеристик. К ним относятся: глубина залегания и мощность пласта, свойства пластовой нефти, свойства нефтесодержащего коллектора и окружающих пород, нефтенасыщенность, а также особенности геологического строения залежи.

Глубина залегания пласта существенно влияет на рабочее давление нагнетания пара. Увеличение глубины залегания продуктивного пласта приводит к необходимости создания теплоэнергетического оборудования высокого давления. Как правило, не рекомендуется нагнетать пар в нефтяные пласты, залегающие на глубинах более 1000–1200 м, в связи со значительными потерями тепла в нагнетательных скважинах. Однако имеются примеры нагнетания пара в пласт, залегающий на глубине 1400 м. Использование в пластах большой мощности многоствольных наклонных и горизонтальных скважин в качестве паронагнетательных позволяет существенно повысить темпы нагнетания пара и снизить относительные тепловые потери в скважине и пласте. В этих случаях может быть рекомендована разработка с применением паротеплового воздействия продуктивных пластов, залегающих на глубинах более 1200 м.

Мощность продуктивного пласта также влияет на эффективность паротеплового воздействия, поскольку от данного параметра зависит степень использования тепла, передаваемого нефтяному пласту.

Эффективность применения тепловых методов для разработки нефтяных месторождений в значительной степени зависит от вязкости и плотности нефти, а также от содержания в ней более легких компонентов, испаряющихся в паровую фазу с повышением температуры.

Способ паротеплового воздействия эффективен к применению при плотности нефти в пластовых условиях больше $0,880 \text{ г/см}^3$, вязкости выше 25 сП. При разработке нефтяных месторождений шахтным способом вязкость нефти может быть 16000 сП и более.

Для паротеплового воздействия значение пористости должно быть в пределах 18–39 %. При осуществлении процесса паротеплового воздействия на пласт в карбонатных коллекторах нижний предел пористости может быть снижен до 12 %.

Значительные величины проницаемости продуктивного пласта способствуют высоким дебитам эксплуатационных скважин, сокращению срока разработки залежи в целом, а также высокой степени использования передаваемого в нефтяной пласт тепла.

Содержание нефти в единице объема продуктивного пласта оказывает непосредственное влияние на эффективность проведения теплового воздействия. Промысловые данные по применению паротеплового воздействия свидетельствуют, что нефтенасыщенность этих залежей к началу процесса должна быть не ниже 40 %.

На эффективность применения тепловых методов влияет наличие непроницаемых пластов в кровле, и подошве продуктивной залежи. Изолированность залежи предотвращает распространение теплоносителя в другие зоны и тем самым не допускает снижения давления теплоносителя в пласте и повышения потерь тепла.

Неоднородность нефтяного пласта существенно снижает эффективность разработки как тепловыми, так и другими методами воздействия. Неоднородность пласта по разрезу отрицательно влияет на охват процессом пласта по мощности, а неоднородность по площади отрицательно влияет на площадный охват залежи в системе скважин.

Однако применение тепловых методов в неоднородных нефтяных пластах имеет положительное значение: на участках пласта, не вовлеченных в разработку гидродинамическими методами, при тепловом воздействии повышается температура, снижается вязкость газожидкостных смесей и увеличивается их подвижность. Все эти факторы положительно влияют на эффективность разработки неоднородных нефтяных пластов.

Углы падения нефтяных пластов не оказывают существенного влияния на эффективность разработки тепловыми методами.

Исходя из имеющихся исследовательских и промысловых данных, разработаны рекомендации по применению паротеплового воздействия на нефтяные пласты.

Основные критерии, обеспечивающие надлежащий выбор объекта для паротеплового воздействия, следующие: глубина залегания пласта до 1200–1400 м, мощность его свыше 6–10 м при пористости более 12 % и проницаемости выше 0,1 Д с нефтенасыщенностью к началу воздействия не менее 40 %; плотность пластовой нефти выше 0,880 г/см³ при вязкости ее более 25 сП. Необходимо отметить, что как показали опытно – промышленные работы, отклонение от рекомендуемых значений какого-либо параметра продуктивного пласта при условии улучшенных показателей по другим, не может являться основанием для исключения применения на рассматриваемом месторождении метода паротеплового воздействия на пласт.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.

9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

10. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

11. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

12. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Reducing the loss of fluidity of high-viscosity oils by introducing depressants / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 3. – P. 301–304.

4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

5. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

8. Peculiarities of joints of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

9. Methods of welding pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

10. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

11. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // In the collection: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

12. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

ПРОМЫВКА СКВАЖИН ПРОМЫВОЧНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ

WELL FLUSHING WITH FLUSHING FLUIDS

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Тараник Роман Алексеевич

кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ttaranik.roma@mail.ru

Соловьёв Михаил Дмитриевич

кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
solovej2001@bk.ru

Аннотация. Представлены промывочные жидкости и рассмотрены способы промывки скважин.

Ключевые слова: промывка скважин, буровой раствор, породоразрушающий инструмент, обсадные трубы, забой скважины.

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Taranik Roman Alekseevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
ttaranik.roma@mail.ru

Soloviev Mikhail Dmitrievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
solovej2001@bk.ru

Annotation. Flushing fluids are presented and well flushing methods are considered.

Keywords: well flushing, drilling mud, rock cutting tool, casing, well bottom.

Промывка скважины – это весьма важный этап бурения. Он осуществляется после монтажа обсадных труб, промывки конструкции, размытия водоносного слоя, пропитавшегося буровым раствором. Основным назначением промывки является:

1. Очистка забоя скважины от разбуренной породы и вынос ее на поверхность;
2. Охлаждение породоразрушающего инструмента;
3. Укрепление стенок скважины от обрушения.

Существует три способа промывки скважин: прямая, обратная и комбинированная.

Прямая промывка: промывочная жидкость, нагнетаемая насосом, проходит по колонне бурильных труб, затем (при бурении кольцевым забоем) между керном и колонковой трубой омывает забой, охлаждает породоразрушающий инструмент, захватывает с забоя частицы разрушенной породы, поднимается вверх по кольцевому пространству между бурильными трубами и стенками скважины и, наконец, выходит на поверхность.

Достоинства прямой промывки:

1) буровой раствор, выходя из суженных промывочных отверстий коронки приобретает большую скорость и с силой ударяет о забой, размывая разбуриваемую породу, что способствует увеличению скорости бурения;

2) применяя специальные промывочные жидкости при бурении в сыпучих, рыхлых и трещиноватых породах обеспечивает закрепление стенок скважины путем скрепления частиц неустойчивой породы.

Недостатки прямой промывки:

1) возможен размыв стенок скважины при бурении в мягких породах вследствие большой скорости восходящего потока;

2) пониженный процент выхода керна в результате динамического воздействия струи на верхний торец керна, что приводит к его размыву;

3) при бурении скважин большого диаметра повышенный расход промывочной жидкости, необходимый для создания такой скорости восходящего потока, при которой все разбуренные частицы породы будут выноситься на поверхность.

Прямая промывка имеет преимущественное применение в практике разведочного бурения. промывка скважина бурение

Обратная промывка: промывочная жидкость движется к забою по кольцевому пространству между бурильными трубами и стенками скважины, омывает забой, входит в отверстия породоразрушающего инструмента, при наличии керна проходит по кольцевому зазору между керном и колонковой трубой, проходит по внутреннему каналу бурильной колонны и, обогащенная шламом, выходит на поверхность земли.

Достоинства обратной промывки:

– интенсивная очистка забоя от частиц разрушенной породы и возможность гидравлического транспорта кернов через бурильные трубы на поверхность.

Недостаток обратной промывки:

– невозможность обеспечения нормального процесса бурения при наличии в разрезе поглощающих горизонтов, в которых теряется полностью или частично промывочная жидкость.

В связи с более сложной организацией обратной промывки она имеет ограниченное применение.

Комбинированная промывка: движение промывочной жидкости над колонковой трубой осуществляется по схеме прямой промывки, а ниже с помощью специальных устройств по схеме обратной промывки. Техническое исполнение комбинированной промывки связано с применением устройств, преобразующих прямую промывку в обратную в призабойной зоне. Комбинированная промывка применяется с целью повышения выхода керна.

При промывке применяются следующие промывочные жидкости:

1. Техническая вода (пресная, морская, рассолы) применяется при бурении в устойчивых породах;

2. Глинистые растворы применяются в трещиноватых, рыхлых сыпучих, плавучих и других слабоустойчивых породах для предотвращения обвалов, а также в трещиноватых скальных породах для борьбы с потерей циркуляции.

Кроме того, при бурении в особо сложных и специфических условиях применяют более сложные растворы с специальными добавками:

1. Для приготовления легких химически азрированных буровых растворов применяют глинопорошки, поверхностно-активные вещества (0,1–0,2 %), реагентоструктурообразователи (каустическая сода 0,1–0,2 %) или кальцинированная сода (0,5–2,5 %);

2. Утяжеленные глинистые растворы применяются при вскрытии пластов с большим пластовым давлением для предупреждения выбросов из устья скважины фонтанной воды, нефти или газа.

3. Эмульсионные буровые растворы.

4. Растворы на нефтяной основе (РНО), применяют для вскрытия нефтяных и газовых пластов для сохранения их естественной проницаемости. Эти растворы сложны по своему составу, более дорогие, чем буровые растворы на водной основе.

Промывка скважин является важной операцией при вводе в эксплуатацию после бурения и позволяет улучшить ее параметры при добыче полезных ископаемых.

Литература:

1. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

2. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.

3. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

4. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

5. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

6. Эффективное решение для тампонирувания скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.

7. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.

8. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

9. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.

10. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненного транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.

11. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

Literature:

1. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

2. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

3. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

4. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

5. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

6. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.

7. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.

8. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

9. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of change in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.

10. Setting the sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.

11. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

УСТАНОВКИ ГАЗОФРАКЦИОНИРОВАНИЯ (ГФУ) ПРЕДЕЛЬНЫХ ГАЗОВ

GAS FRACTIONATION UNITS (HFC) OF LIMIT GASES

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена схема установки газодифракционирования и принцип ее работы. Также отражены особенности технологического процесса ГФУ.

Ключевые слова: сырье, установка газодифракционирования, предельные углеводороды, гидроизомеризация, сухой газ, бутановая фракция.

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Annotation. The scheme of the gas fractionation plant and the principle of its operation are considered. The features of the HFC technological process are also reflected.

Keywords: feedstock, gas fractionation unit, saturated hydrocarbons, hydroisomerization, dry gas, butane fraction.

Источником сырья для ГФУ предельных газов являются установки отбензинивания попутных нефтяных газов различных типов.

Кроме того ГФУ предельных газов входят в состав крупных НПЗ, имеющих установки, продуктами которых являются предельные углеводородные газы. Насыщенный углеводородный газ получают в следующих технологических процессах:

- первичная перегонка нефти;
- каталитический риформинг бензина;
- изомеризация легкой бензиновой (пентан-гексановой) фракции;
- гидроочистка светлых дистиллятов и вакуумного газойля;
- гидроизомеризация керосиновой фракции;
- гидродеароматизация реактивных топлив;
- гидроочистка масел.

Все эти процессы дают газ, содержащий углеводороды от метана до пентана с небольшой примесью гексана; газ собирается и направляется для переработки на газодифракционирующую установку.

Установка ГФУ обычно разделяет поступающий на нее газ на следующие фракции:

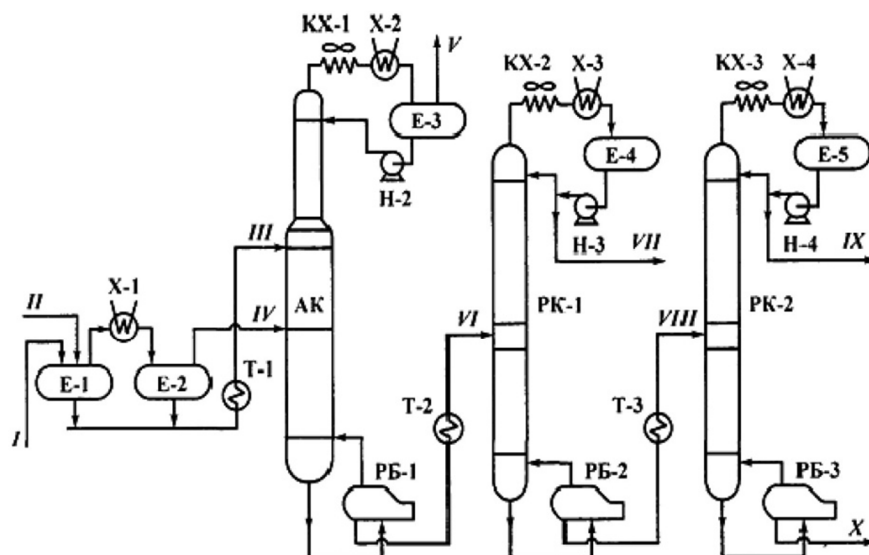
- сухой газ (C_1-C_2);
- пропановую фракцию (чистотой 90–94 % по пропану);
- бутановую фракцию, представляющую собой сумму н-бутана и изо-бутана (чистотой 92–96 % по этой сумме);
- остаточную пентан – гексановую фракцию (C_{5+}), содержащую н-пентан и н-гексан с изомерами.

Один из вариантов технологической схемы ГФУ показан на рисунке 1.

Сырье установки поступает в сепарационную емкость Е-1. Паровая фаза из этой емкости охлаждается в холодильнике Х-1 и поступает в емкость Е-2, из которой обе фазы направляются в абсорбционную колонну (АК) на разные ее уровни. Далее производится ректификационное разделение на фракции.

Пары углеводородных газов, выходящие с верха колонны АК охлаждаются и частично конденсируются в воздушном холодильнике КХ-1, водяном холодильнике Х-2, разделяются на фазы в рефлюксной емкости Е-3. Сухой газ C_1-C_2 уходит из Е-3 в топливную сеть. Жидкая фаза из Е-3 подается насосом Н-2 на орошение абсорбционной колонны АК. Стекающая с последней тарелки жидкость самотеком перетекает в ребойлер РБ-1. Образующиеся за счет подвода тепла в ребойлер пары возвращаются в колонну под первую тарелку. Перетекающая через перегородку ребойлера жидкость поступает за счет перепада давления во вторую колонну РК-2.

Пары пропана, выходящие с верха колонны РК-1, охлаждаются и полностью конденсируются в воздушном холодильнике КХ-2, водяном холодильнике Х-3, разделяются на фазы в рефлюксной емкости Е-4. Пропановая фракция из Е-4 подается насосом Н-3 на орошение ректификационной колоны РК-1. Балансовый избыток отводится с установки в качестве готового продукта. Стекающая с последней тарелки жидкость самотеком перетекает в ребойлер РБ-2. Образующиеся за счет подвода тепла в ребойлер пары возвращаются в колонну под первую тарелку. Перетекающая через перегородку ребойлера жидкость поступает за счет перепада давления в колонну РК-3.



АК – абсорбционная колонна; РК – 1 и РК – 2 – пропановая и бутановая колонны;
 Е – емкости; РБ – ребойлеры; Т – теплообменники; Н – насосы;
 КХ – конденсаторы-холодильники; Х – холодильники.

Рисунок 1 – Схема газодифференцирующей установки

Потоки: I – фракция C_1-C_5 с установки риформинга; II – фракция C_1-C_5 с остальных установок; III – жидкая часть сырья; IV – газообразная часть сырья; V – сухой газ C_1-C_2 ; VI – фракция C_2-C_5 ; VII – пропановая фракция; VIII – фракция C_4-C_5 ; IX – бутановая фракция; X – фракция C_{5+} .

Пары бутана, выходящие с верха колонны РК-2, охлаждаются и полностью конденсируются в воздушном холодильнике КХ-3, водяном холодильнике Х-4, разделяются на фазы в рефлюксной емкости Е-5. Бутановая фракция из Е-5 подается насосом Н-4 на орошение ректификационной колоны РК-2, балансовый избыток фракции выводится с установки в качестве готового продукта. Стекающая с последней тарелки

жидкость самотеком перетекает в ребойлер РБ–3. Образующиеся за счет подвода тепла в ребойлер пары возвращаются в колонну под первую тарелку. Из ребойлера отводится фракция C_{5+} через рекуперативные теплообменники в товарный парк.

ГФУ является неотъемлемой частью установки на НПЗ и позволяет более эффективно перерабатывать продукцию и получать качественное сырье для нефтехимической промышленности из компонентов попутного нефтяного газа.

Литература:

1. Хрупкое разрушение горных пород / В.И. Дунаев [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 6 (330). – С. 18–20.

2. Применение односплового эжекционного струйного аппарата для ввода ингибитора в промысловый газопровод / А.В. Поляков [и др.] // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2012. – № 1. – С. 151–157.

3. Полякова В.В., Терещенко И.А. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий // Сборник лучших научных работ молодых ученых кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2018. – С. 43–44.

4. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

5. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.

6. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненного транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.

7. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.

8. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

9. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.

10. Эффективное решение для тампонирования скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.

11. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

Literature:

1. Brittle fracture of rocks / V.I. Dunaev [et al.] // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. – 2020. – № 6 (330). – P. 18–20.

2. Application of a single-nozzle ejection jet apparatus for injection of an inhibitor into a field gas pipeline / A.V. Polyakov [et al.] // Electronic scientific journal oil and gas business. – 2012. – № 1. – P. 151–157.
3. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // In the collection: collection of the best scientific papers of young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar, 2018. – P. 43–44.
4. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.
5. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Increasing the efficiency of oil and gas preparation processes by reducing foam formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.
6. Setting the sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.
7. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of changes in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.
8. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – P. 32–37.
9. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.
10. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
11. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

**ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА СРАВНЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ПО АМПЛИТУДЕ
ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

**GENERAL CHARACTERISTICS OF THE METHOD
FOR COMPARING ELECTRICAL QUANTITIES IN AMPLITUDE
WHEN IMPLEMENTING MEASURING DEVICES OF RELAY PROTECTION**

Пшеничнов Евгений Александрович

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
pshenichnovea@gmail.com

Медведкин Владислав Игоревич

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vlad-medvedkin@mail.ru

Захаров Геннадий Александрович

старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
zakharovga@gmail.com

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены основные аспекты реализации измерительных органов релейной защиты использующих алгоритм сравнения двух электрических величин по амплитуде.

Ключевые слова: релейная защита, реле сопротивления, электрические величины, сравнение по амплитуде

Pshenichnov Evgeniy Aleksadrovich

Student of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
pshenichnovea@gmail.com

Medvedkin Vladislav Igorevich

Student of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
vlad-medvedkin@mail.ru

Zakharov Gennadiy Aleksadrovich,

Senior Teacher of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
zakharovga@gmail.com

Annotation. This article discusses the main aspects of the implementation of measuring devices of relay protection using an algorithm for comparing two electrical quantities in amplitude.

Keywords: relay protection, resistance relay, electric values, amplitude comparison.

Наиболее простой и совершенный способ сравнения двух электрических величин \underline{E}_1 и \underline{E}_2 по амплитуде физически реализован при помощи выпрямления и наглядно отражен в конструкции измерительных органов (ИО) устройств КРС–1, ДЗ–2 панели ЭПЗ–1636. Данный алгоритм позволяет получать характеристики срабатывания реле сопротивления (РС) в виде окружностей в комплексной плоскости Z типа, а также в виде прямой линии для реле направления мощности РМ–12 (рис. 1).

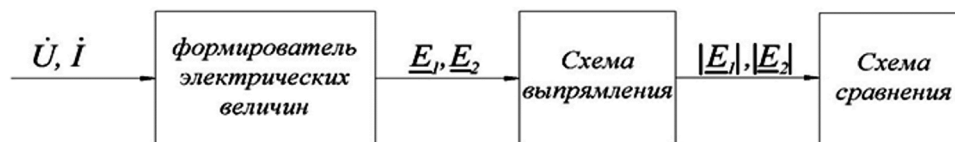


Рисунок 1 – Функциональная схема ИО ДЗ на основе алгоритма сравнения двух электрических величин по абсолютному значению

Детекторная схема сравнения абсолютных значений величин \underline{E}_1 и \underline{E}_2 , используемая в реле типа ДЗ–2 приведена на рисунке 2. Данная схема в основе своей работы использует принцип равновесия напряжений плечей (ССРН), который наряду с принципом циркуляции токов (ССЦТ), подробно рассмотрен в [1, 2, 3].

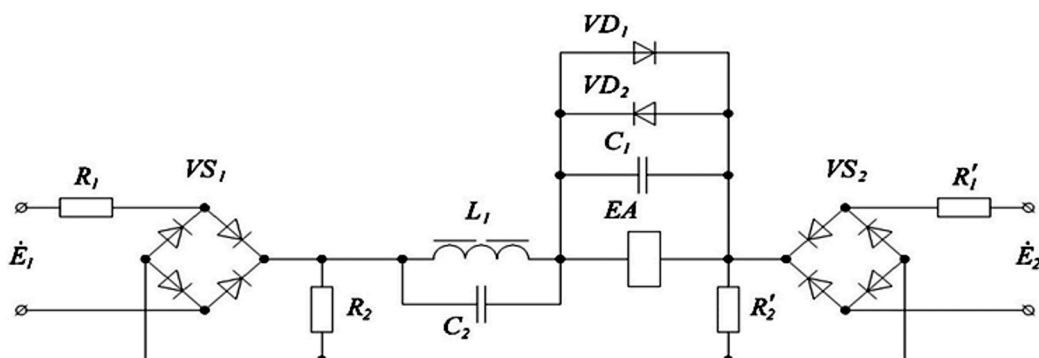


Рисунок 2 – Детекторная схема сравнения абсолютных значений электрических величин \underline{E}_1 и \underline{E}_2 РС типа ДЗ–2

В состав схемы (рис. 2) входит реагирующий орган EA, представляющий собой нуль-индикатор в виде миниатюрного электромеханического реле типа М233/054, либо статического – типа РСм237/054 (055), либо компаратора на ОУ типа Р–237.

Для получения основных информационных признаков из сигналов \underline{E}_1 и \underline{E}_2 используется схема однофазного двухполупериодного выпрямления при помощи мостов Герца VS1, VS2, что в конечном результате приводит к значительным пульсациям и биением напряжения на входе нуль-индикатора (рис. 3), тем самым значительно снижая точность работы РС. Данный эффект особенно проявляется при разности фаз величин \underline{E}_1 и \underline{E}_2 равной 90° .

Применяемый в составе РС фильтр-пробка L_1, C_2 , настроенный на частоту второй гармоники 100 Гц в определенной степени, хоть и недостаточной, позволяет снизить уровень пульсаций напряжения на нуль-индикаторе, а использование дополнительной сглаживающей емкости C_1 существенно снижает быстродействие.

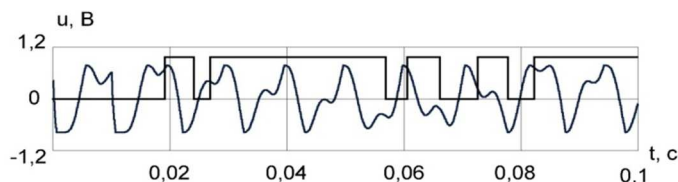


Рисунок 3 – Осциллограмма напряжения на нуль-индикаторе РС при двухполупериодном выпрямлении и нестабильная работа контактов реле

Несмотря на простоту РС реализующих принцип сравнения величин E_1 и E_2 по абсолютному значению способы его реализации создают необходимость постоянного поиска компромисса между быстродействием и устойчивостью работы. Поэтому существующие конструкции подобных РС в действительности имеют ограниченное применение, в частности использование в качестве быстродействующей ступени ДЗ затруднительно, однако некоторым решением данной проблемы может быть использование в составе данных ИО многофазных трансформаторных преобразователей тока и напряжения [4–11].

Литература:

1. Шнеерсон Э.М. Полупроводниковые реле сопротивления. – М. : Энергия, 1975. – 143 с.
2. Шнеерсон Э.М. Динамика сложных измерительных органов релейной защиты. – М. : Энергоатомиздат, 1981. – 208 с.
3. Фабрикант В.Л. Основы теории построения измерительных органов релейной защиты и автоматики (органы с двумя электрическими величинами). – М. : Высшая школа, 1968. – 267 с.
4. Захаров Г.А. Об улучшении работы систем электроснабжения с собственной генерацией при применении в составе дистанционных органов релейной защиты однофазных трансформаторов с вращающимся магнитным полем // Вестник СамГТУ. Техн. науки. – 2015. – № 1 (45). – С. 108–115.
5. Совершенствование релейной защиты генераторов малой мощности в автономных системах электроснабжения / Б.А. Коробейников [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 7. – С. 29–39.
6. Направленная токовая защита линий электропередач среднего напряжения на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем. / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 15. – С. 112–121.
7. Реле полного сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 108888 U1, 27.09.2011. Заявка № 2011113126/07 от 05.04.2011.
8. Захаров Г.А., Сидоров Д.И. Исследование влияния искажения входного сигнала тока на работу дистанционного органа на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем // Технические и технологические системы. Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС–15». ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова; Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2015. – С. 117–120.
9. Разработка дистанционного органа релейной защиты электрических сетей с комбинированной характеристикой срабатывания в виде усеченной окружности / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 1. – С. 1–9.
10. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для релейной защиты электрических сетей / Б.А. Коробейников [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2019. – № 5. – С. 99–106.
11. Реле сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 128408 U1, 20.05.2013. Заявка № 2012152767/07 от 06.12.2012.

Literature:

1. Schneerson E.M. Semiconductor resistance relays. – M. : Energy, 1975. – 143 p.
2. Schneerson E.M. Dynamics of complex measuring organs of relay protection. – M. : Energoatomizdat, 1981. – 208 p.

3. Fabrikant V.L. Fundamentals of the Theory of Construction of Measuring Organs of Relay Protection and Automation (Organs with Two Electric Values). – M. : Higher School, 1968. – 267 p.
4. Zakharov, G.A. About improvement of the electric power supply systems operation with an own generation at application of the single-phase transformers with a rotating magnetic field as the part of the remote relay protection devices (in Russian) // SamSTU Bulletin. Techn. sciences. – 2015. – № 1 (45). – P. 108–115.
5. Improvement of relay protection of low-power generators in autonomous power supply systems / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2018. – № 7. – P. 29–39.
6. Directional current protection of medium-voltage power lines on the basis of converters with a rotating magnetic field. / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of Kuban State Technological University. – 2016. – № 15. – P. 112–121.
7. Relay of total resistance / B.A. Korobeinikov [et al.] // Patent for a useful model RU 108888 U1, 27.09.2011. Application № 2011113126/07 dd 05.04.2011.
8. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Research of distortion influence of input current signal on operation of remote control based on converters with rotating magnetic field // In the collection: Technical and technological systems. Proceedings of the seventh international scientific conference «TTS–5». FGBOU VO «Kuban State Technological University», A.K. Serov Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots; Edited by B.H. Gaitov. – 2015. – P. 117–120.
9. Development of a remote body of relay protection of electric networks with a combined response characteristic in the form of a truncated circle / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of Kuban State Technological University. – 2017. – № 1. – P. 1–9.
10. Identification of the parameters of multiphase current converter for relay protection of electric networks / B.A. Korobeinikov [et al.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2019. – № 5. – P. 99–106.
11. Resistance relay / B.A. Korobeinikov [et al.] // Useful model patent RU 128408 U1, 20.05.2013. Application № 2012152767/07 from 06.12.2012.

**ОЦЕНКА ПРЕПОДАВАТЕЛЯМИ ИМИДЖА ВУЗА:
СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

**TEACHERS' ASSESSMENT OF THE UNIVERSITY'S IMAGE:
A SOCIOLOGICAL ANALYSIS**

Рудозуб Александра Сергеевна

студент кафедры социологии, правоведения и работы с персоналом
института фундаментальных наук,
Кубанский государственный технологический университет
hlabystova_1@mail.ru

Хлабыстова Наталья Валерьевна

доцент кафедры социологии, правоведения и работы с персоналом
института фундаментальных наук,
Кубанский государственный технологический университет
hlabystova_1@mail.ru

Аннотация. В статье авторы анализируют результаты социологического исследования «Оценка преподавателями имиджа вуза», в котором принял участие профессорско-преподавательский состав ФГБОУ ВО «Кубанского государственного технологического университета».

Ключевые слова: имидж, вуз, имидж выпускника вуза, визуальный имидж, внутренний и внешний имидж, имидж администрации ВУЗа, качество образования.

Rudozub Alexandra Sergeevna

Student of the Department of Sociology, Law and Human Resources of the
Institute of Fundamental Sciences,
Kuban State Technological University
hlabystova_1@mail.ru

Khlobystova Natalia Valeryevna

Associate Professor of the Department of Sociology, Law and Human Resources at the
Institute of Fundamental Sciences,
Kuban State Technological University
hlabystova_1@mail.ru

Annotation. In the article, the authors analyze the results of a sociological study «Assessment of the image of the university by teachers», in which the teaching staff of the Kuban State Technological University took part.

Keywords: image, university, image of a university graduate, visual image, internal and external image, image of the university administration, quality of education.

В наши дни российский рынок образовательных услуг столкнулся с таким явлением как – конкуренция, высшие учебные заведения конкурируют между собой, стараясь привлечь студентов именно на свою сторону, поэтому многим ВУзам приходится находить новые пути укрепления имиджа своих образовательных учреждений. Перед ВУЗами стоит задача – привлечение молодых и талантливых людей, в этом, конечно же, помогает создание благоприятного имиджа [1]. Благоприятный имидж помогает закрепиться на рынке образовательных услуг. Создание позитивного имиджа

ВУЗа должно быть приоритетной задачей для администрации, несмотря на всю сложность и кропотливость работы, цель будет оправдывать средства. Если имидж ВУЗа высок, в него идут люди, студенты, преподаватели, после, уже они сами будут работать на имидж ВУЗа. Несмотря на то, сколько сделает администрация ВУЗа для повышения его имиджа, без хороших преподавателей у них не выйдет ничего [2].

Впервые имидж стали изучать американские ученые в 50-е годы, а само слово появилось в трудах К. Болдинга. Формирование имиджа в ВУЗах изучали такие исследователи как: Д.И. Билалова, М.Н. Котлярова, В.В. Дирко и др.

Было проведено исследование на тему: «Оценка преподавателями имиджа КубГТУ». В опросе приняли участие 58 штатных педагогов. В опросе преподавателям предстояло оценить то, в какой мере имиджевые показатели ВУЗа соответствуют положительному имиджу образовательного учреждения.

В первом вопросе был изучен социальный имидж ВУЗа. На вопрос о том, что является имиджевой составляющей в образовательном процессе, такой важный критерий как качество, не полностью подходит позитивному имиджу ВУЗа – 40 %. Хотя кажется, что нет ничего важнее качества образования, некоторые считают его не подходящим критерием оценки имиджа ВУЗа. Что касается организации учебного процесса – 40 % преподавателей считают его не подходящим критерием оценки имиджа ВУЗа, то же и о престиже диплома – 42 %, исследовательской работе 37 %, качество обучения 37 % и т.п. В какой-то мере все представленные в опросе методы имеют влияние на имидж ВУЗа.

По мнению большинства преподавателей, такой показатель как стоимость обучения, коррелируется с имиджем ВУЗа и является довольно важным показателем имиджа – 73 %. Еще одним из показателей – востребованность специальностей, которая полностью соотносится с престижем ВУЗа по мнению преподавателей – 38 %. Такой показатель как: «образовательные технологии» выбрали 70 % опрошенных. «Самореализация» как жедовольно часто встречалась среди ответов респондентов (58 %), а также практическая направленность образовательных программ 55 %.

В следующем вопросе преподавателям предложили оценить внешний и внутренний имидж администрации ВУЗа. При оценке руководства ВУЗа, преподавателями были поставлены довольно высокие баллы. От грамотной работы руководителя будет зависеть весь имидж ВУЗа, и желание сотрудников работать в данном учебном заведении. Однако, около 28 % преподавателей отметили полное несоответствие реального имиджа позитивному.

Внутренний имидж ВУЗа преподаватели оценили следующим образом: 15 % опрошенных выбрали вариант ответа «слабо соответствует позитивному имиджу». Внутренний имидж ВУЗа говорит руководящему составу о том, что им стоит искать пути повышения имиджа ВУЗа в целом. Для этого следует обратить внимание на такие характеристики внутреннего имиджа, как: корпоративная культура (11 % – «слабое соответствие»), ритуалы и традиции (14 %), содержание внеучебных мероприятий (11 %).

При оценке визуального имиджа было больше положительных оценок, а оценки не полного соответствия занимают всего 35 %, оценки полного соответствия наоборот преобладают, как и фирменный стиль ВУЗа. Таким образом, преподаватели довольно высоко оценивают имидж собственного ВУЗа.

Для оценки имиджа ВУЗа, был использован имидж выпускника, как довольно важный критерий оценки. Уровень полного соответствия имиджа выпускника, по мнению многих педагогов – 54 %, что намного ниже уровня оценки преподавателями других составляющих имиджа. Слабое же соответствие было у некоторых показателей, таких как – карьерные и профессиональные достижения выпускников, которые получили 12 % оценок преподавателей, а социальный статус был оценен 12 % преподавателей, а стремление к профессиональному росту, тоже 12 %. Таким образом, педагоги довольно низко оценивают эти показатели имиджа. Если говорить о главной цели ВУЗа – выпустить достойных работников, то администрации следует присмотреться внимательнее к этим показателям и постараться их повысить.

При оценке преподавателями социального имиджа ВУЗа, многие были довольно сдержаны в своих суждениях, уровень оценок «неполное соответствие» ниже, чем уровень «полного соответствия». Здесь стоит присмотреться к таким характеристикам как: социальная защищенность преподавателей и сотрудников и заработная плата.

Полное соответствие имиджа вуза позитивному бизнес-имиджу отметила большая часть опрошенных (65 %), неполное соответствие имиджа вуза позитивному бизнес-имиджу остается достаточно высоким в представлении преподавателей – 30 % (деловая репутация, конкурентный статус, соответствие этическим нормам и т.п.).

Формирование позитивного имиджа ВУЗа довольно важно при создании образа ВУЗА. Имидж ВУЗа состоит из многих компонентов, одним из важнейших является восприятие имиджа вуза преподавателями [3].

Литература:

1. Хлабыстова Н.В. Факторы, определяющие выбор вуза и профессиональное самоопределение абитуриентов (на примере ФГБОУ ВПО «КубГТУ») // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2014. – № 2. – С. 71–78.
2. Хлабыстова Н.В. Имидж вуза как определяющий факторы выбора абитуриентами образовательного учреждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 195–197.
3. Пискунов М.С. Имидж образовательного учреждения: структура и механизмы формирования // Мониторинг и стандарты в образовании. – 1999. – № 5. – С. 45–51.

Literature:

1. Khlabyystova N.V. Factors determining the choice of higher education institution and professional self-determination of applicants (on the example of FGBOU HPE «KUBSTU») / Electronic network polythematic journal «Scientific Works of KubSTU». – 2014. – № 2. – P. 71–78.
2. Khlabyystova N.V. The image of the university as the determining factors of the choice of an educational institution by applicants // In the collection: materials of the International scientific and practical conference: in 3 vols. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 195–197.
3. Piskunov M.S. Image of an educational institution: structure and mechanisms of formation // Monitoring and standards in education. – 1999. – № 5. – P. 45–51.

**ВЛИЯНИЕ ИМИДЖА ВУЗА
НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ АБИТУРИЕНТОВ**

**INFLUENCE OF THE IMAGE OF THE UNIVERSITY
ON THE CONSUMER PREFERENCES OF APPLICANTS**

Рудозуб Александра Сергеевна

студент кафедры социологии, правоведения и работы с персоналом
института фундаментальных наук,
Кубанский государственный технологический университет
hlabystova_1@mail.ru

Хлабыстова Наталья Валерьевна

доцент кафедры социологии, правоведения и работы с персоналом
института фундаментальных наук,
Кубанский государственный технологический университет
hlabystova_1@mail.ru

Аннотация. В статье авторы анализируют результаты социологического исследования, которое проводилось среди абитуриентов г. Краснодара, всего в опросе приняли участие 387 человек. В результате проведенного анализа, были определены важнейшие критерии, на которые опираются абитуриенты при выборе того или иного ВУЗа. Авторы приходят к выводу, что молодые люди доверяют имиджу образовательного учреждения. Именно имидж играет важнейшую роль, при выборе образовательного учреждения абитуриентами.

Ключевые слова: имидж, вуз, абитуриенты, критерии выбора вуза.

Rudozub Alexandra Sergeevna

Student of the Department of Sociology, Law and Human Resources of the
Institute of Fundamental Sciences,
Kuban State Technological University
hlabystova_1@mail.ru

Khlobystova Natalia Valeryevna

Associate Professor of the Department of Sociology, Law and Human Resources at the
Institute of Fundamental Sciences,
Kuban State Technological University
hlabystova_1@mail.ru

Annotation. In the article, the authors analyze the results of a sociological study that was conducted among the applicants of Krasnodar, a total of 387 people took part in the survey. As a result of the analysis, the most important criteria that applicants rely on when choosing a particular university were identified. The authors conclude that young people trust the image of an educational institution. It is the image that plays the most important role when choosing an educational institution by applicants.

Keywords: image, university, applicants, criteria for choosing a university.

Одной из важнейших составляющих работы организации, в частности образовательной организации является формирование имиджа. Имидж помогает в эффективной деятельности университета, и следовательно, в сфере высшего образования он крайне важен [3].

Рынок образовательных услуг растет, вследствие чего растет и конкуренция среди образовательных учреждений [1]. На фоне всех изменений имидж ВУЗа, конечно же положительный, играет важную роль в продвижении ВУЗов на рынке образовательных услуг и способствует повышению конкурентоспособности [2].

Было проведено исследование «Потребительские предпочтения абитуриентов г. Краснодара на рынке образовательных услуг». Для того чтобы изучить влияние имиджа вуза на предпочтения абитуриентов г. Краснодара на рынке образовательных услуг было проведено социологическое исследование, методом анкетирования среди абитуриентов г. Краснодара. В опросе приняли участие 387 абитуриентов.

Целью исследования было выявление важнейших критериев, на которые опираются абитуриенты при выборе ВУЗа.

На вопрос о том, когда абитуриенты стали думать об образовании, большинство ответили что в 6–10 лет (40 %). В 10–14 лет об образовании задумались 26 % опрошенных. Чуть меньшее количество опрошенных, а именно 25 % задумались об образовании до 6 лет, в чем им помогли родители. Российские ВУЗы впервые были выбраны объектом внимания примерно в 14 лет у 6 % опрошенных, а оставшиеся 3 % вообще ни разу не планировали получение образования в России. То, что большинство абитуриентов, еще в раннем возрасте задумывается об образовании, важно, потому что в будущем они будут четко знать в какое образовательное учреждение хотят поступить.

На вопрос о широко распространенных ВУЗах в Краснодаре были получены следующие результаты: 85 % абитуриентами были названы 3–4 ВУЗа, среди них четко прослеживаются лидеры, которые встречаются в 90 % всех полученных данных. Лидерами стали: КубГУ, КубГТУ и КубГАУ. Небольшой отрыв у: ИМСИТ и КубГМУ. Осведомленность абитуриентов крайне важна для их дальнейшего самоопределения в жизни и выбора, а для ВУЗов является показателем их популярности и имиджа.

На вопрос о том важен ли имидж образовательного учреждения при выборе ВУЗа, большинство опрошенных ответили – да. На вопрос о том, в какие из ВУЗов Краснодара хотели бы поступить – большинство ответили, что они предпочли бы учиться в КубГУ, КубГТУ и КубГАУ.

Следующим вопросом была оценка по пятибалльной шкале известности вуза, где 1 минимальный балл, а 5 наивысший. Наивысшей оценки удостоился КубГУ, а именно 48 %, где 36 % оценили университет на «4», около 12 % поставили 1 и 2 балла. Следующим по популярности оказался КубГТУ, на «5» его оценили 38 % абитуриентов, а остальные 3 % поставили низший балл, «четверку» он получил от 33 %, а остальные 20 % поставили «тройку».

Был предложен открытый вопрос о том, рассматривали ли абитуриенты образовательные программы ВУЗов. Первым по количеству ответов был «да» – 56 %. Некоторые абитуриенты хотели показать, что они понимают, что такое образовательные программы и ответили одним словом – «образование». Не обошлось и без ответов «не хочу знать», «даже не собираюсь выяснять», что говорит о непонимании и нежелании студентов разбираться с данным вопросом.

На следующий вопрос «сколько денег готов потратить абитуриент на свое образование», ответы респондентов распределились следующим образом: почти половина абитуриентов сказали, что готовы потратить не больше чем 50 000 рублей в год – 47 %. Некоторые из опрошенных ответили, что не готовы платить за образование, которое обойдется им более чем 20 000 рублей и 43 % вообще не стали бы рассматривать такое предложение, 6 % абитуриентов согласны заплатить за образование, которое обошлось бы им в более чем 50 000 рублей в год.

Вопрос «что больше всего оказывает влияние на выбор вуза», качество образования оказалось главным для большинства опрошенных – 56 %, около 30 % опрошенных ответили, что имидж является главнейшим фактором, определяющим выбор. Для 26 % опрошенных значение имеет то, сколько будет стоить образование. Некоторые

(11 %) прислушивались к мнению знакомых и семьи. Для некоторых реклама имеет большое значение при выборе ВУЗа, но их мало – 9 %, так же, довольно большое число опрошенных проголосовало за вариант «другое» 20 %.

Таким образом, молодые люди смотрят вовсе не на бренд, они больше доверяют имиджу образовательного учреждения, который, по результатам исследования, играет важнейшую роль, при выборе ВУЗа, от него отталкивается большинство абитуриентов при выборе вуза.

По результатам проведенного анализа результатов исследования, имидж ВУЗа, в современном мире, является одним из главных факторов, при выборе абитуриентами учебного заведения, если не сказать, основополагающим.

Литература:

1. Копылова А.А. Имидж современного студента педагогического ВУЗа. – Курск, 2018. – 57 с.
2. Хлабыстова Н.В. Рынок образовательных услуг: привлечение абитуриентов как основных потребителей // Научный вестник Южного института менеджмента. – 2020. – № 1 (29). – С. 76–78.
3. Хлабыстова Н.В. Имидж вуза как определяющий факторы выбора абитуриентами образовательного учреждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 195–197.

Literature:

1. Kopylova A.A. The image of a modern Student of a pedagogical university. – Kursk, 2018. – 57 p.
2. Khlabystova N.V. The market of educational services: attracting applicants as the main consumers // Scientific Bulletin of the Southern Institute of Management. – 2020. – № 1 (29). – P. 76–78.
3. Khlabystova N.V. The image of the university as the determining factors of the choice of an educational institution by applicants // In the collection: materials of the International scientific and practical conference: in 3 vols. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 195–197.

**РАСЩЕПЛЕНИЕ ОДНОФАЗНЫХ ВХОДНЫХ СИГНАЛОВ ТОКА
И НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
АНАЛОГОВЫХ УСТРОЙСТВ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ**

**SPLITTING SINGLE-PHASE CURRENT AND
VOLTAGE INPUTS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF
ANALOG DISTANCE PROTECTION DEVICES**

Рыбалко Владимир Александрович

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
rybalko9712@mail.ru

Халид Мохаммед Валид Халид

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет.
mo-halid@gmail.com

Захаров Геннадий Александрович

старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет.
zakharovga@gmail.com

Аннотация. В настоящей статье рассмотрены способы расщепления однофазных входных сигналов тока и напряжения на входе устройств релейной защиты позволяющие повысить устойчивость их функционирования и быстродействие.

Ключевые слова: релейная защита, реле сопротивления, многофазные трансформаторные преобразователи.

Rybalko Vladimir Aleksadrovich

Student of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
rybalko9712@mail.ru

Halid Mohammed Valid Halid

Student of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University,
mo-halid@gmail.com

Zakharov Gennadiy Aleksadrovich

Senior Teacher of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University,
zakharovga@gmail.com

Annotation. In this article, methods of splitting single-phase input signals of current and voltage at the input of relay protection devices are considered, which make it possible to increase the stability of their operation and speed.

Keywords: relay protection, resistance relay, multi-phase transformer converter.

Основной проблемой ИО ДЗ на основе детекторных схем сравнения абсолютных значений величин E_1 и E_2 [1], применяемых в таких реле как ДЗ–2, ДЗ–10, КРС–500 [2], являются значительные пульсации выпрямленных напряжений на входе реагирующего органа реле, что, в свою очередь, для повышения точности устройства создает необходимость применения высокоинертных сглаживающих фильтров.

При этом, в ряде источников [2], признается, что оптимальным решением задачи безынерционного сглаживания, а следовательно, и повышения быстродействия подобных устройств является применение метода расщепления однофазных входных сигналов тока и напряжения на составляющие, сдвинутые между собой по фазе, с применением их последующего многофазного выпрямления.

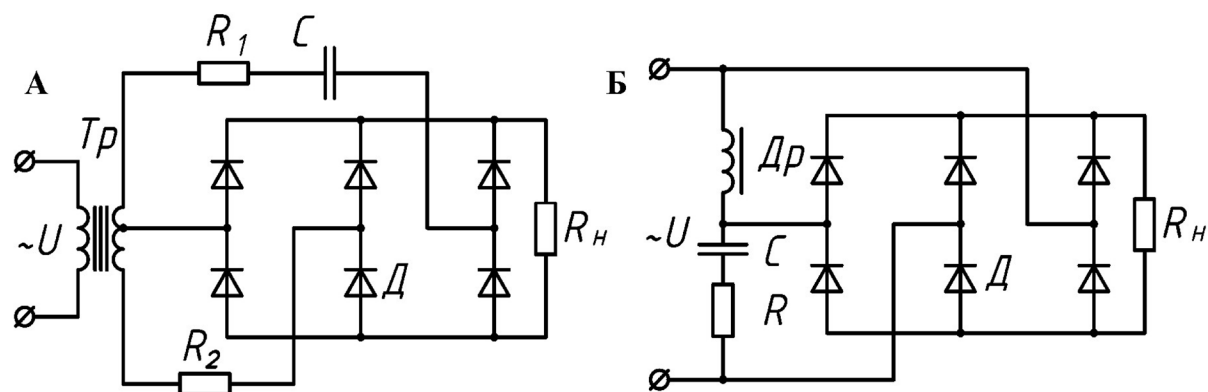


Рисунок 1 – Схемы расщепления на основе активноемкостных делителей (а) и резонансных делителей (б)

Расщепление однофазных входных сигналов по схеме на основе активноемкостных делителей позволяет получать симметричную трехфазную систему путем поворота одной составляющую входного сигнала по отношению к действующей ЭДС на 60° , другой – на 180° . Взаимный сдвиг между ними составит 120° , при равенстве составляющих, их сумма, взятая с обратным направлением, также образует взаимный сдвиг 120° .

Расщепление однофазных входных сигналов по схеме с резонансными делителями осуществляется путем создания точек с потенциалами, векторная диаграмма напряжений между которыми образует равносторонний треугольник со сдвигом фаз 120° .

Преобразование однофазного электрического сигнала в трехфазный позволяет применять в схемах сравнения вместо двухполупериодного шестипульсное выпрямление, снижая уровень переменных составляющих в выпрямленных сигналах до 7%. При этом, отказавшись от использования высокоинерционных сглаживающих фильтров, повысить быстродействие РС с сохранением приемлемого уровня точности работы.

Приведенные на рисунке 1 схемы, позволяют решить проблему пульсаций и инерционности сглаживающих фильтров на реагирующем элементе РС, однако, существенного увеличения быстродействия РС такие схемы добиться не позволяют, ввиду увеличения времени собственных переходных процессов. Кроме того, мощность делителя, как правило, в 5–10 раз превышает мощность, потребляемую схемой выпрямления и нагрузкой.

Помимо указанных выше схем расщепления, для применения в составе ИО ДЗ могут также быть рассмотрены схемы трансформаторных устройств, позволяющих получать из однофазных сигналов тока и напряжения симметричные трехфазные системы напряжений. Отсутствие в подобных схемах расщепления емкостных фазосдвигающих элементов позволяет снизить время их собственных переходных процессов и повысить быстродействие реле.

Одним из вариантов для применения в составе ИО ДЗ в качестве многофазных трансформаторных преобразователей (МТП) входных электрических сигналов тока и напряжения являются преобразователи с вращающимся магнитным полем (ПВМП), разработка и совершенствование которых длительное время ведется на кафедре «Электроснабжение промышленных предприятий» Кубанского государственного технологического университета под руководством профессора Коробейникова Б.А.

Построение на основе ПВМП ИПЧ различных устройств релейной защиты: реле тока, реле направления мощности, фильтры симметричных составляющих показало положительный технический эффект и нашло отражение в научных работах Коробейникова Б.А., Сидорова Д.И., Радионова В.М., Захарова Г.А., Печенкина А.Г. [3–10]. Интересной с научной и практической точки зрения задачей является также и реализация устройств дистанционной защиты на основе ПВМП.

Литература:

1. Фабрикант В.Л. Основы теории построения измерительных органов релейной защиты и автоматики (органы с двумя электрическими величинами). – М. : Высшая школа, 1968. – 267 с.
2. Шнеерсон Э.М. Динамика сложных измерительных органов релейной защиты. – М. : Энергоатомиздат, 1981. – 208 с.
3. Захаров Г.А. Об улучшении работы систем электроснабжения с собственной генерацией при применении в составе дистанционных органов релейной защиты однофазных трансформаторов с вращающимся магнитным полем // Вестник СамГТУ. Техн. науки. – 2015. – № 1 (45). – С. 108–115.
4. Совершенствование релейной защиты генераторов малой мощности в автономных системах электроснабжения / Б.А. Коробейников [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 7. – С. 29–39.
5. Направленная токовая защита линий электропередач среднего напряжения на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем. / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 15. – С. 112–121.
6. Реле полного сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 108888 U1, 27.09.2011. Заявка № 2011113126/07 от 05.04.2011.
7. Захаров Г.А., Сидоров Д.И. Исследование влияния искажения входного сигнала тока на работу дистанционного органа на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем // Технические и технологические системы. Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС–15». ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова; Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2015. – С. 117–120.
8. Разработка дистанционного органа релейной защиты электрических сетей с комбинированной характеристикой срабатывания в виде усеченной окружности / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 1. – С. 1–9.
9. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для релейной защиты электрических сетей / Б.А. Коробейников [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2019. – № 5. – С. 99–106.
10. Реле сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 128408 U1, 20.05.2013. Заявка № 2012152767/07 от 06.12.2012.

Literature:

1. Fabrikant V.L. Fundamentals of the Theory of Construction of Measuring Organs of Relay Protection and Automation (Organs with Two Electric Values). – M. : Higher School, 1968. – 267 p.

2. Schneerson E.M. Dynamics of complex measuring organs of relay protection. – M. : Energoatomizdat, 1981. – 208 p.
3. Zakharov, G.A. About improvement of the electric power supply systems operation with an own generation at application of the single-phase transformers with a rotating magnetic field as the part of the remote relay protection devices (in Russian) // SamSTU Bulletin. Techn. sciences. – 2015. – № 1 (45). – P. 108–115.
4. Improvement of relay protection of low-power generators in autonomous power supply systems / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2018. – № 7. – P. 29–39.
5. Directional current protection of medium-voltage power lines on the basis of converters with a rotating magnetic field. / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of Kuban State Technological University. – 2016. – № 15. – P. 112–121.
6. Relay of total resistance / B.A. Korobeinikov [et al.] // Patent for a useful model RU 108888 U1, 27.09.2011. Application № 2011113126/07 dd 05.04.2011.
7. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Research of distortion influence of input current signal on operation of remote control based on converters with rotating magnetic field // In the collection: Technical and technological systems. Proceedings of the seventh international scientific conference «TTS–5». FGBOU VO «Kuban State Technological University», A.K. Serov Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots; Edited by B.H. Gaitov. – 2015. – P. 117–120.
8. Development of a remote body of relay protection of electric networks with a combined response characteristic in the form of a truncated circle / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of Kuban State Technological University. – 2017. – № 1. – P. 1–9.
9. Identification of the parameters of multiphase current converter for relay protection of electric networks / B.A. Korobeinikov [et al.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2019. – № 5. – P. 99–106.
10. Resistance relay / B.A. Korobeinikov [et al.] // Useful model patent RU 128408 U1, 20.05.2013. Application № 2012152767/07 from 06.12.2012.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

PIPELINE INSULATION EQUIPMENT

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено оборудования, предназначенное для изоляции трубопроводов.

Ключевые слова: трубопровод, изоляция, механизированный способ, полимерные ленты, электропривод.

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
aniram-m03@mail.ru

Annotation. Considered the equipment designed for the insulation of pipelines

Keywords: pipeline, insulation, mechanized method, polymer tapes, electric drive.

Изоляционные покрытия наносятся, как правило, механизированным способом, обеспечивающим проектную толщину изоляционного слоя и его сплошность.

Изоляционные машины имеют усиленные приводы хода и намоточного устройства. Комплекуются тремя шпуледержателями современной конструкции. Установлены нижние поджимные ролики, что делает машины устойчивыми на трубопроводе и увеличивает угол подъема. Машины комплектуются электрооборудованием взрывобезопасного исполнения

Существует устройство: УРН–1, предназначено для намотки изоляционных полимерных лент на трубопроводы диаметром 159–1020 мм при изоляции захлестов, стыков, «катушек», а также при ремонте изоляции. При работе обеспечиваются необходимые натяг, нахлест и количество слоев изоляционных лент и оберток. Устройство состоит из двух рамных тележек и комплекта сменных ремней для различных диаметров труб. Первая тележка предназначена для нанесения пленки, вторая – для намотки обертки. Возможно использование одной тележки для намотки как пленки, так и обертки поочередно.

Изоляционная машина МИАБ применяется для нанесения пластичного изоляционного материала (типа битумной мастики) методом горячей кольцевой экструзии с одновременным нанесением защитной пленки или обертки. Машина имеет устройство для поддержания температурного режима с системой электронного регулирования.

Машины ИМГ–530 и ИМ–820У предназначены для нанесения грунтовки, изоляционных лент и комбинированных покрытий типа «Пластобит».

Грунтовка подается на поверхность трубопровода из бака и растирается полотенцами, закрепленными на переднем роторе. Битумная мастика закачивается из емкости двумя шнековыми насосами и через щели поливочного устройства подается на поверхность трубопровода, где формируется при помощи формирующих желобов.

Нанесение изоляционной ленты происходит за счет вращения шпули вокруг трубопровода и поступательного движения машины. Управление машиной осуществляется с бровки траншеи при помощи пульта управления, расположенного на телескопической штанге.

Машины ИМГ–820 и ИМГ–1220 предназначены для нанесения грунтовки и рулонных изоляционных материалов на наружную поверхность магистральных трубопроводов диаметром от 630 мм. В этих машинах грунтовка подается на поверхность трубопровода и растирается двумя полотенцами, закрепленными на механизм намотки.

При работе устройства без электропривода на трубопроводе монтируется только ротор со шпулей. Вращение ротора осуществляется вручную, при этом ролики обкатывают трубопровод по винтовой линии, перемещаясь вдоль трубопровода. Нанесение на трубопровод рулонных изоляционных материалов происходит за счет вращательно-поступательного движения шпули.

При работе устройства с электроприводом на трубопроводе монтируется также приводная каретка, подсоединяемая к ротору. Управление устройством в этом случае осуществляется с бровки траншеи через пульт управления, расположенный на телескопической штанге.

Новые антикоррозионные материалы имеют более высокие физико-механические свойства (пластичность, вязкость, прилипаемость и др.), а также низкую стоимость по сравнению с битумной мастикой. Вследствие этого и усовершенствованного процесса нанесения изоляции посредством движения камеры по трубопроводу происходит более качественное формирование слоя изоляции, что позволяет увеличить срок службы действующих трубопроводов (до 35 лет) и снизить себестоимость капитального ремонта. Толщина наносимого слоя изоляции 3 ... 15мм.

Технология наружной изоляции труб в заводских (базовых) условиях включает ряд последовательно проводимых операций:

1. входной контроль труб и изоляционных материалов;
2. предварительный нагрев и сушку труб;
3. очистку наружной поверхности труб;
4. нагрев труб до заданной температуры (при необходимости);
5. нанесение и сушку адгезионной грунтовки;
6. нанесение защитного изоляционного покрытия;
7. охлаждение изолированных труб (при необходимости);
8. контроль качества защитного покрытия и при необходимости исправление брака и ремонт мест повреждений покрытия.

Перед нанесением защитных покрытий на предварительно очищенные и нагретые до заданной температуры трубы наносят слой адгезионной битумной грунтовки или грунтовки собственного изготовления. Расход грунтовки от 60 до 100 г на 1 м² поверхности труб.

Грунтовку наносят на трубы в специальных закрытых камерах, оборудованных системой вытяжной вентиляции, а также посредством дозированного полива на поверхность труб с последующим растиранием брезентовым полотенцем. При нанесении грунтовки на поверхность труб не должно оставаться подтеков, сгустков, пропусков

Для получения качественного покрытия сразу же после нанесения грунтовки производят сушку огрунтованной поверхности труб до полного удаления органического растворителя. При этом наиболее эффективно использовать обдув труб воздухом в специальных вентиляционных камерах.

Литература:

1. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

2. Борьба с пенообразованием в промышленных аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

3. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

4. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

5. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

6. Анализ структуры пен при пеногашении / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 162–166.

7. Анализ способов контроля утечек из трубопроводов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 167–171.

Literature:

1. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

2. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

3. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // In the collection: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

4. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

5. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

6. Analysis of foam structure during defoaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 162–166.

7. Analysis of the ways of control of the leaks from the pipelines / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 167–171.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

THE USE OF SURFACTANTS

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено применение поверхностно-активных веществ при обработке призабойной зоны пласта, представлено химическое строение ПАВ, отражены особенности строения.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества, адсорбция, поверхностное натяжение, ионогенные ПАВ, неионогенные ПАВ.

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The use of surfactants in the treatment of the bottomhole formation zone is considered, the chemical structure of the surfactant is presented, and the structural features are reflected.

Keywords: surfactants, adsorption, surface tension, ionic surfactants, nonionic surfactants.

Поверхностно-активными веществами (ПАВ) называют такие вещества, которые способны накапливаться (адсорбироваться) на поверхности соприкосновения двух тел (или сред, фаз) и понижать ее свободную энергию, т.е. поверхностное натяжение.

Поверхностное натяжение жидкости часто определяют как силу, которая действует на единицу длины контура поверхности раздела фаз и стремится сократить эту поверхность до минимума. Например, благодаря поверхностному натяжению капля жидкости при отсутствии внешних сил принимает форму шара.

ПАВ – органические вещества, получаемые обычно из углеводородов, а также спирты, фенолы, жирные кислоты и их щелочные соли, мыла и синтетические жирозаменители и моющие вещества.

Обработка призабойной зоны пластов ПАВ предназначена для удаления воды и загрязняющего материала, попавших в эту зону при глушении скважины, промывках забоя, ремонтных работах, вскрытии продуктивных пластов глинистым раствором. При этом глубина проникновения воды и загрязняющего материала в призабойную зону находится в прямой зависимости от перепада давления на пласт, проницаемости пород, продолжительности проведения работ с применением воды. Появление воды в призабойной зоне связано также с обводнением продуктивных пластов закачиваемыми, контурными или посторонними водами.

Отрицательная роль воды заключается в следующем: вода, попадая на забой скважины, оттесняет нефть и газ вглубь пласта, и порового пространства оказывается занятой водой. Поэтому нефть (газ) при своем движении к забою скважины встречают большое сопротивление. В результате этого уменьшается производительность скважины.

По мере эксплуатации скважины вода, продвигающаяся по пласту и обводняющая добываемую продукцию, все больше охватывает призабойную зону и уменьшает при этом поверхность фильтрации для нефти. Поэтому дебит нефти уменьшается, а дебит воды увеличивается.

Вода, вступая в физико-химическое взаимодействие с глинистыми частицами пород, вызывает их набухание и разрушение. Это приводит к закупорке наиболее тонких поровых каналов, т.е. снижается проницаемость пород пласта и уменьшается производительность скважины.

На границе раздела «нефть–вода» могут адсорбироваться асфальто-смолистые вещества, являющиеся активными эмульгаторами. Поэтому в призабойной зоне пласта может образоваться стойкая гидрофобная эмульсия, снижающая проницаемость пород и, следовательно, производительность скважины. Механизм действия ПАВ заключается в снижении поверхностного натяжения на границах раздела «нефть–вода», «нефть–газ», «вода–газ», «вода–твердая поверхность». Благодаря этому размер капель воды в нефти в поровом пространстве уменьшается в несколько раз, а мелкие капли воды вытесняются из пласта значительно быстрее, чем крупные.

Кроме уменьшения поверхностного натяжения некоторые ПАВ гидрофобизируют поверхности поровых каналов в породе. ПАВ, применяемые в водонагнетательных скважинах, способствуют гидрофилизации пород, разрыву пленки нефти и уменьшению поверхностного натяжения на границе с нефтью. Остаточная нефть в виде пленки и капель, прилипших к твердой поверхности, хорошо отмывается и увлекается вглубь пласта струей воды. Это увеличивает фазовую проницаемость породы для воды, т.е. увеличивается приемистость скважины.

Обработка обводненных скважин ПАВ увеличивает фазовую проницаемость породы для нефти и уменьшает фазовую проницаемость для воды. Это ограничивает приток воды в скважину и увеличивает приток нефти.

ПАВ по химическому строению делятся на два класса: ионогенные и неионогенные.

Ионогенные ПАВ при растворении в воде диссоциируют (распадаются) на два иона – положительно заряженный катион и отрицательно заряженный анион.

В зависимости от того, какой из ионов является носителем поверхностно-активных свойств, ионогенные ПАВ разделяются на анионоактивные и катионоактивные.

Молекула неионогенных ПАВ состоит из гидрофобной (молекулы амина, фенола, алкилфенола или других углеводородов) и гидрофильной частей (оксид этилена). Неионогенные ПАВ растворяются в воде или керосине в зависимости от соотношения гидрофильной и гидрофобной частей. Неионогенные ПАВ рекомендуют применять для обработки призабойных зон водонагнетательных скважин, у которых продуктивные пласты глинистые и малопроницаемые. Неионогенные ПАВ при небольших концентрациях снижают набухаемость глинистых частиц и увеличивают приемистость водо-

нагнетательных скважин. Применение неионогенных ПАВ дает хорошие результаты и в коллекторах с высокой карбонатностью.

Применение поверхностно-активных веществ дает хорошие результаты по увеличению дебита скважины, а также позволяет максимально извлекать продукцию из пласта.

Литература:

1. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.

2. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.

3. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.

4. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.

5. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

6. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

7. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.

8. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

9. Анализ структуры пен при пеногашении / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 162–166.

10. Анализ способов контроля утечек из трубопроводов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 167–171.

Literature:

1. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

3. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

4. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

5. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
6. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereshchenko [et al.] // In the collection: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
7. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
8. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
9. Analysis of foam structure during defoaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 162–166.
10. Analysis of the ways of control of the leaks from the pipelines / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 167–171.

НАВЫКИ И КАЧЕСТВА ПЕРЕВОДЧИКА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОСТИ

TRANSLATOR SKILLS AND QUALITIES IN THE CONTEXT OF MODERN TIME

Серда Полина Витальевна

кандидат филологических наук, доцент,
доцент кафедры иностранных языков №1,
институт фундаментальных наук,
Кубанский государственный технологический университет
polinapost@list.ru

Аннотация. Статья содержит описание профессиональных навыков, необходимых специалистам устного перевода, сформированные в современных условиях функционирования бизнеса.

Ключевые слова: перевод, переводчик, профессиональность навыки.

Sereda Polina Vitalievna

Candidate of Philology, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Foreign Languages №1,
Institute of Basic Sciences,
KubanStateTechnologicalUniversity
polinapost@list.ru

Annotation. The article describes the professional skills required for specialists in translation, formed in the modern conditions of business functioning.

Keywords: translation, translator, professional skills.

Стремительные изменения в современной жизни заставили представителей всех профессиональных сфер заговорить об адаптации к новой действительности. Нельзя не отметить, что представители переводоведения, а в частности переводчики-синхронисты и специалисты устного последовательного перевода, также вынуждены приобретать новые навыки. В первую очередь это связано с переходом большей части переговорного процесса в формат видеоконференцсвязи, со стиранием границ лингвокультурного сегмента, а также с необходимостью работать с большим количеством различных узкопрофильных направлений.

Для начала, попробуем определить ряд тех качеств, которыми должен был обладать переводчик до пандемии. В первую очередь, выделялось умение самостоятельно готовиться к переводу узкопрофильного текста, то есть знакомиться с проблематикой по техническим справочникам, составлять списки терминов, находить тексты с аналогичной тематикой на языке перевода и т.п. Более того, важными факторами считались формирование психомоторных навыков, навык переключения, способность адаптироваться, интуиция переводчика, процесс переводческих решений и прочее [1].

Сегодня со всей очевидностью обнаруживается тот факт, что переводчик вынужден приобретать множество других, новых навыков. В первую очередь, переводчик должен быть специалистом в межкультурной коммуникации. Культурная грамотность позволит переводчику понимать, общаться и эффективно взаимодействовать с представителями разных культур и быть так называемым культурным посредником [2]. Отметим, что даже носители одного языка, проживающие в разных странах или даже конти-

нентах, будут иметь достаточно существенные различия в культурных ценностях и мировоззрении [3]. Ни для кого не секрет, что язык постоянно развивается и «с течением времени иногда приходится подбирать «эквиваленты» и на родном языке. В этом случае можно говорить о «конфликте культур» различных поколений одного народа» [4].

Переводчик должен обладать навыками организатора и модератора, то есть действовать в процессе группового обсуждения заданной темы или коллективной работы. Современная действительность предлагает специалистам по знанию иностранных языков намного больше функций, чем это было ранее. Сегодня перед переводчиком могут ставиться задачи по лингвокультурной адаптации материала, межкультурному консультированию, сопровождению делегаций и командному управлению.

Следующий навык, которым должен обладать переводчик, легче назвать по-английски – «Digital native». В русском языке этот термин звучит как «цифровой абориген» или «цифровое поколение». Интересен тот факт, что ранее к переводчику предъявлялось требование быть легко обучаемым в цифровых технологиях. Иными словами, индустрия была готова вкладывать финансовые и временные ресурсы в подготовку специалистов в данной области. Сегодня же потребитель переводческих услуг хочет, чтобы данные навыки переводчик освоил уже самостоятельно.

Еще одним навыком, точнее сказать особенностью, в современной действительности можно назвать высокий спрос на специалистов различных профилей, владеющих иностранными языками, а не только спрос на лингвистов-переводчиков. Язык специальности обладает свойствами, с которыми зачастую может работать только узкопрофильный профессионал. Среди этих свойств представляется возможным выделить тенденцию ограничивать полисемию и омонимию, лимитировать синонимы, симплифицировать и более четко дифференцировать синтаксические средства, исключать эмоциональность, устранять субъективность, ассимилировать существенное количество символов, а также содержать большое количество знаков, аббревиатур, графиков, схем и т.д. [5]

Последней особенностью необходимо выделить факт образования, или образованности переводчика, а точнее его отсутствие. Прения по этому вопросу продолжаются уже достаточное количество времени, и уже нельзя отрицать факт того, что очень большое количество блестящих специалистов в данной сфере не имеет соответствующего диплома, но успешно строят карьеру не только в переводе, но и в обучении переводчиков и их трудоустройстве.

Подводя итог, отметим, что рынок труда кардинально меняется во всех профессиональных областях, компетенции специалистов устного перевода также претерпевают существенные изменения, отрицать которые уже не представляется возможным.

Литература:

1. Штатская Т.В. Навыки, необходимые переводчику иностранных языков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 8. – С. 94.
2. Середа П.В., Прозорова А.С. Изучение и понимание культуры и традиций других народов при преподавании английского языка как иностранного // Филологические и социокультурные вопросы науки и образования. – 2020. – С. 703–707.
3. Середа П.В. Лингвокультурные особенности британского и американского юмора // Научные перспективы XXI века. Достижения и перспективы нового столетия. – 2014. – С. 127–129.
4. Мурашова Л.П. Переводческий комментарий как разновидность профессиональной деятельности. – Краснодар, 2016. – 148 с.
5. Середа П.В. К вопросу о специфике перевода научно-технических текстов // Вестник ВЭГУ. – 2018. – № 2 (94). – С. 83–89.

Literature:

1. Shtatskaya T.V. Skills Needed for a Foreign Language Translator // *International Journal of Applied and Basic Research*. – 2012. – № 8. – P. 94.
2. Sereda P.V., Prozorova A.S. Study and understanding of the culture and traditions of other peoples in teaching English as a foreign language // *Philological and socio-cultural issues of science and education*. – 2020. – P. 703–707.
3. Sereda P.V. Linguocultural features of British and American humor // *Scientific perspectives of the XXI century. Achievements and prospects of the new century*. – 2014. – P. 127–129.
4. Murashova L.P. Translation commentary as a type of professional activity. – Krasnodar, 2016. – 148 p.
5. Sereda P.V. On the issue of the specifics of the translation of scientific and technical texts // *Bulletin of VEGU*. – 2018. – № 2 (94). – P. 83–89.

**ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ СКВАЖИН
ДВУХКОЛОННОЙ КОНСТРУКЦИИ**

**APPLICATION OF MAGNETIC IMPULSE FLAW DETECTION
FOR MONITORING THE CONDITION OF TWO-CASING WELLS**

Слепцов Александр Алексеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
sleptsov.aa00@gmail.com

Суховерова Полина Александровна

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
polina.suxoverova.00@bk.ru

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Владимиров Антон Владимирович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ante1922@icloud.com

Джалло Фатмата

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
fatmataajalloh8@gmail.com

Аннотация. В данной статье описывается технология магнитно-импульсной дефектоскопии, позволяющая с определенной точностью определять толщины стенок НКТ и обсадной колонны, минимизируя погрешности наложения откликов. Проблема наложения откликов НКТ и обсадной колонны является актуальной для определенных конструкций магнитно-импульсных дефектоскопов.

Ключевые слова: магнитно-импульсная дефектоскопия; дефектоскопия обсадной колонны через НКТ; конструкция магнитно-импульсного дефектоскопа; дефектоскопия труб из немагнитных сталей; анализ текущего состояния скважин.

Sleptsov Alexander Alekseevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
sleptsov.aa00@gmail.com

Sukhoverova Polina Alexandrovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
polina.suxoverova.00@bk.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Vladimirov Anton Vladimirovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ante1922@icloud.com

Jalloh Fatima

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
fatmataajalloh8@gmail.com

Annotation. This article describes the technology of magnetic impulse flaw detection, which makes it possible to determine the thickness of the tubing and casing walls with a certain accuracy, minimizing the errors of overlapping responses. The problem of overlapping responses of tubing and casing is relevant for certain designs of magnetic-pulse flaw detectors.

Keywords: magnetic impulse flaw detection; flaw detection of the casing through production tubing; constructional design of a magnetic impulse flaw detector; non-magnetic steel pipes flaw detection; analysis of the current state of the wells.

Одной из наиболее актуальных проблем, возникающих при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, является контроль технического состояния эксплуатационных и технических колонн, насосно-компрессорных труб (НКТ), муфтовых соединений, фильтров, пакеров и оценка качества перфорации (являются ли перфорационные отверстия сквозными или повреждены лишь внутренние слои металла). Коррозия конструктивных элементов может привести к неэффективной работе скважины и «утерянной нефти», которую не удалось добыть из-за утечек и перетоков через сквозные отверстия, вызванные коррозией. При этом непоправимый ущерб наносится и окружающей среде. Предприятия топливно-энергетического комплекса по добыче и транспортировке нефти остаются крупнейшим в промышленности источником загрязнения окружающей среды.

Актуальной задачей является анализ состояния колонны через НКТ, так как подъём труб НКТ – это дорогостоящая и трудоёмкая операция, методики особенно при работе на морской платформе. Традиционные электромагнитные дефектоскопы сканируют металлическое окружение всего на в двух частотах, высокой и низкой, что позволяет определить основные лишь суммарную толщину металла на каждой глубине в двухбарьерном случае. При использовании данных дефектоскопов для анализа двухколонной конструкции невозможно отличить внешнюю коррозию НКТ от особенностей колонны, особенно, когда диаметры НКТ и колонны отличаются слабо.

Анализируя спад электромагнитного поля в широком диапазоне времен и сравнивая его с модельными откликами, можно независимо найти толщину НКТ и колонны, так как отклики НКТ и колонны дают различный вклад на различными разных временах (например, влияние колонны крайне мало на ранних временах, до 1–5 мс). Однако существующие дефектоскопы, работающие во временной области, контроль обладают рядом недостатков. Приёмные катушки обладают большой инерцией (мёртвое время достигает 20 мс), поэтому анализировать трубы из немагнитных и слабомагнитных ме-

таллов (нержавеющая сталь) невозможно. Временной отклик от хромированной стали длится всего 10–20 мс и не фиксируется «медленными» датчиками традиционных дефектоскопов. Также теряется детальная информация о внутренней поверхности первого металлического барьера, поэтому не удаётся отличить внутреннюю коррозию от внешней. Самое главное – теряется часть спада на ранних временах (0.1–5 мс), которая содержит информацию только о первом металлическом барьере (влияние второго барьера на таких ранних временах ничтожно мало), что приводит к невозможности независимо оценить отличительной первого и второго металлического барьеров. Малое число регистрируемых точек спада (8–11 точек), устаревшие методы обработки данных и недостатки используемых моделей приводят к тому, что на толщине второго барьера видны все аномалии первого барьера, включая муфты первого барьера. Таким образом, ставится задача надёжного определения толщин стенок первого и второго барьеров.

Магнитно-импульсный дефектоскоп (МИД) – это электромагнитный прибор, который создает электромагнитные импульсы и регистрирует отклик от окружающей среды. Конструкция дефектоскопа представлена на рисунке 1. Прибор содержит длинный зонд, короткий зонд, датчик температуры и датчик давления. Каждый зонд состоит из двух катушек, генерирующей и приемной, расположенных концентрически вокруг сердечника.

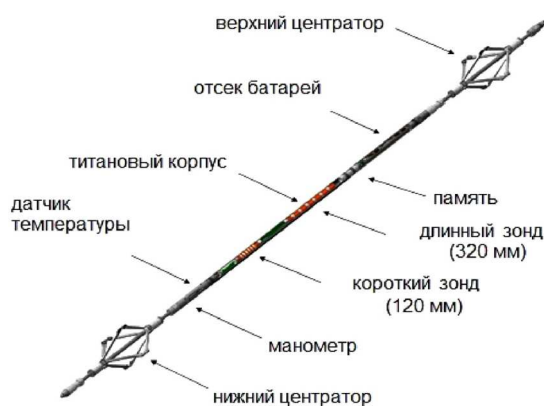


Рисунок 1 – Конструкция магнитно-импульсного дефектоскопа

Короткий зонд (длиной 120 мм или 5 дюймов) предназначен для анализа технического состояния НКТ. Короткий зонд создает непродолжительный электромагнитный импульс малой амплитуды, намагничивая в основном первый металлический барьер, а затем регистрирует временной отклик (каждый спад короткого зонда состоит из 42 точек). Длинный зонд (длиной 320 мм или 13 дюймов) предназначен для исследования обсадной колонны. Зонд вырабатывает мощный продолжительный электромагнитный импульс, а затем записывает временной отклик (каждый спад длинного зонда содержит 51 точку). Длинный зонд регистрирует суммарный отклик от НКТ и обсадной колонны. Дальнейшая математическая обработка откликов позволяет независимо определить толщины первого и второго металлических барьеров. Наличие в составе аппаратуры высокочувствительных датчиков температуры и давления дает возможность провести замеры этих параметров по стволу скважины и получить дополнительную информацию о техническом состоянии скважины (определить сквозные дефекты по созданным ими аномалиям температуры и давления).

В заключении хочется кратко сформулировать основные достижения технологии автономной магнитно-импульсной дефектоскопии скважин, описанные в статье.

Автономный магнитно-импульсный дефектоскоп, содержащий два высокоэффективных датчика, позволяет регистрировать отклик в широком диапазоне времен (0.1–275 мс). За счёт этого удаётся анализировать трубы из немагнитных сталей (хромированная сталь) и детектировать коррозию на ранних этапах развития.

Анализируя форму спада в широком диапазоне времен, удаётся определить количество металла, находящегося на разном расстоянии от прибора, и, таким образом, найти толщины первого и второго металлического барьеров (например, трубки и следующей за ней колонны, или двух колонн) независимо.

Алгоритмы, созданные для этого обработкой данных МИД, позволяют данному надежноинформация различать все элементы азотная конструкции, рациональном коррозию НКТ и коррозию внедрения колонны. замена Разработанное программное условия обеспечениятекущий позволяет в короткие пластовое сроки между проанализировать большой определяется объёмнеотложных данных по скважине.

Технология отлажена на лабораторных исследованиях и доказывает свою работоспособность при анализе скважин.

Уникальная повторяемость данных открывает новые возможности мониторинга скважин автономным магнитно-импульсным дефектоскопом.

Литература:

1. Технологии и принципы разработки многопластовых месторождений / Д.А. Березовский [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2017. – № 1. – С. 33–50.

2. Березовский Д.А., Савенок О.В. Анализ процессов фазовых переходов при разработке газоконденсатных месторождений и рекомендации по учёту их влияния на запасы углеводородного сырья // XXIII Международная научно-практическая конференция «Инновация–2018»: сборник научных статей (26–27 октября 2018 года, г. Ташкент). Секция 4. Геология, горное дело и металлургия. – С. 153–154.

3. Березовский Д.А., Савенок О.В., Кусов Г.В. Закономерности и изменения свойств нефти и газа в залежах и месторождениях // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 1. – С. 114–119.

4. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы-вы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.

5. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.

6. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.

7. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.

Literature:

1. Technologies and principles of development of multilayer deposits / D.A. Berezovsky [et al.] // Science. Technics. Technologies (polytechnic bulletin). – 2017. – № 1. – P. 33–50.

2. Berezovsky D.A., Savenok O.V. Analysis of the processes of phase transitions in the development of gas condensate fields and recommendations for taking into account their impact on hydrocarbon reserves // XXIII International scientific and practical conference «Innovation–2018»: collection of scientific articles (October 26–27, 2018, Tashkent). Section 4. Geology, mining and metallurgy. – P. 153–154.

3. Berezovsky D.A., Savenok O.V., Kusov G.V. Regularities and changes in the properties of oil and gas in deposits and fields // Bulatovskie readings. – 2019. – Vol. 1. – P. 114–119.

4. Gutsu AS, Shiyani S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of the Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.

5. Sukhin AA, Shiyani S.I. Analysis of methods for combating hydrates at the Astrakhan gas condensate field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.

6. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of regulation of the reservoir pressure maintenance system at the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.

7. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА
ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
В УПРАВЛЕНИИ ОХРАНОЙ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**APPLICATION OF PERSONNEL ASSESSMENT METHODS
FOR MODELING TECHNOLOGICAL SYSTEMS IN OCCUPATIONAL HEALTH
AND SAFETY MANAGEMENT AT ENTERPRISES**

Стягун Дина Игоревна

доцент кафедры «Прикладной математики»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
dina2011@mail.ru

Абрамушкина Анна Валерьевна

студент группы 20–ПБ–ТБ1
специальности «Техносферная безопасность» 20.03.01
института «Пищевой и перерабатывающей промышленности»,
Кубанский государственный технологический университет
abramuskinaanna89@gmail.com

Аннотация. Рассмотрены проблемы современных технологических систем, определены основные проблемы в системах управления персоналом, рассмотрены основные характеристики персонала, влияющие на качество охраны труда, которые определены в различные блоки по свойствам.

Ключевые слова: технологические системы, управление персоналом, формула Гаусса, блоки информации, охрана труда.

Styagun Dina Igorevna

Associate Professor of the Department of Applied Mathematics,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University
dina2011@mail.ru

Abramushkina Anna Valeryevna

Student of group 20–PB–TB1 Specialty «Technosphere safety» 20.03.01,
Institute of « Food and Processing Industry»,
Kuban State Technological University
abramuskinaanna89@gmail.com

Annotation. The problems of modern technological systems are considered, the main problems in personnel management systems are identified, the main characteristics of personnel that affect the quality of labor protection are considered, which are defined in different blocks by properties.

Keywords: technological systems, personnel management, Gauss formula, information blocks, labor protection.

Введение. На данный момент происходит большое количество случайных происшествий, несчастных случаев и бедствий. В это время все эти беды несут за собой огромные потери, как в окружающей среде, а также уносит человеческие жизни. Все три ветви власти заинтересованы в том, чтобы проблем в данной сфере становилось меньше, все правовые структуры заинтересованы в ликвидации катастроф и какой

либо угрозы для населения страны. В данный момент на территории Российской Федерации работают около 200 тысяч предприятий, которые несут серьёзный ущерб. Примером могут служить угольные шахты, организации, на которых ведутся открытые горные работы, а также АЭС, ГЭС и т.д. Благоприятные условия труда являются качественным мотиватором для успешной работы различных объектов. Нестабильная работа механизмов бесповоротно приводят к различным печальным исходам. Моментом, который ухудшает работу тех или иных предприятий может служить денежные ресурсы в виде зданий и различных сооружений.

Основная часть

Для жителей той или иной страны огромную угрозу могут нести различные катастрофы, которые происходят в успешных промышленных районах, а также на предприятиях нефтегазовой добычи. Зачастую руководство предприятий, рассматривают производственную безопасность и охрану труда как сугубо «технологический вопрос». Этими вопросами на предприятиях занимаются специалисты службы охраны труда. Приоритетом для предприятий определяется производственный план. Руководители производств и руководители подразделений считают, что оценка их деятельности практически не зависит от показателей аварийности в сфере охраны труда на предприятиях только если это не касается происшествий с тяжёлыми последствиями. Сейчас основной задачей бизнеса относительно его ключевых показателей считается должное обеспечение эффективности процессов в управлении. Но только достаточно эффективная система управления охраной труда может способствовать снижению травматизма, которое связано с поведением персонала, так же может предотвратить происшествия, которые приводят к травмам с потерей трудоспособности, исключить смертельные случаи, уменьшить количество выходов из строя дорогостоящего оборудования и остановку производства, сократить возможное экологическое загрязнение и другие нежелательные последствия.

Поэтому, можно разработать методику оценки персонала в системе управления охраной труда на предприятиях с помощью, которой можно было не только специалистам службы охраны труда и промышленной безопасности анализировать, а затем и оценивать уровень безопасности предприятия, но и руководителям оценивать состояние охраны труда всего предприятия. Вначале проводят предварительную работу по сбору информации об исследуемом объекте. Эту информацию нужно предоставить в определенной, заранее оговоренной форме. К такой работе привлекаются эксперты в данной области или специалистов, которые имеют большой опыт работы. Для дальнейшей работы по моделированию систем управления персоналом нужен математический аппарат, с помощью которого можно систематизировать входную информацию, а затем результат будет выдаваться как стандартные численные оценки отдельных компонент состояния объекта, так и комплексные оценки его надежности [1]. В этом случае все характеристики персонала можно перевести в балльные оценки. Такие оценки составляют эксперты и специалисты в данной области.

Рассчитывая надежность первичной составляющей, опираясь на величину штрафного бала и используя данную шкалу, будем применять преобразование Гаусса:

$$N(X) = e^{-\frac{(x-a)^2}{2}}, \quad (1)$$

где a – параметр преобразования Гаусса.

При «последовательном» соединении первичных компонент, в случае когда нужно определить вклад каждого отдельного показателя в показатель результата, используется преобразование:

$$N = \sqrt[n]{N(X)_1 N(X)_2 \dots N(X)_n}. \quad (2)$$

Следовательно, планируя разработку системы управления персоналом в системе управления охраной труда необходимо учитывать анализ риска на предприятии, который базируется на формировании сознательного подхода к пониманию риска, как основного фактора, влияющего на безаварийную работу предприятия. В нее нужно вклю-

чить подсистему анализа и оценки риска, подсистему управления персоналом, подсистему управления эксплуатацией технической базы, подсистему нормативных и правовых актов для регулирования возникающих споров, подсистему контроля производственной дисциплины, подсистему контроля системы управления персоналом. Оценка состояния каждого блока системы, учет их параметров, который виден в обобщенном показателе безаварийного состояния на предприятии уже был изложен выше. Каждый отдельный показатель оценки каждого блока складывается в обобщенный показатель безаварийного состояния, по рассмотренным выше методикам.

Информационную схему подсистемы управления персоналом можно представить в виде блоков, а именно:

- блок информации по анализу риска;
- блок информации по управлению персоналом;
- блок информации по эксплуатации оборудования;
- блок информации по ремонту оборудования;
- блок информации по нормативным и правовым актам;

Каждый блок можно оценивать интегральными показателями по формуле (1). После получения необходимой оценки нужно обработать и рассчитать обобщенный показатель безаварийного состояния, который будет рассмотрен для принятия управленческого решения руководителем с учетом необходимого воздействия.

Преобразование (2) выявляет показатели $N(X_i)$, при которых возможно влияние на показатель надежности при его ухудшении. Когда показатель надежности находится в зоне опасности, его значение находится интервале, при котором эксперт рассматривает его, как опасный уровень. За счет этого руководитель сможет принять меры по изменению состава организации, которые будут изменять первичные показатели в сторону их улучшения [2].

Заключение

Опыт наиболее крупных и ведущих предприятий показал, что на основании существующих систем управления персоналом в системе управления охраной труда, многие предприятия этой отрасли обладают рядом достоинств, а так же недостатков систем управления персоналом в системе управления охраной труда.

Для улучшения состояния положения персонала, учитывая недостатки и неэффективность их работы относительно безопасности охраны труда, возникла потребность в необходимости совершенствования и разработки модели управления персоналом в системе управления охраной труда на предприятиях.

С учетом уже имеющимся методик оценки надежности персонала проработана методика оценки персонала, основанная на простоте и доступности расчетов. Был сделан подбор критериев оценки персонала с учетом основных свойств личности и собран по категориям в блоки информации. Используя эти блоки можно построить схему управления персоналом в системе управления охраной труда на предприятиях.

Литература:

1. Белов П.Г. Системный анализ и программно-целевой менеджмент рисков: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М. : Юрайт, 2019. – 289 с.
2. Источники возникновения управленческих ситуаций при обеспечении безопасности труда на предприятиях с опасными производственными объектами / Д.И. Стягун [и др.] // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. – 2018. – № 1. – С. 82–88.

Literature:

1. Belov P.G. System analysis and program-target risk management: textbook and practice for undergraduate and graduate studies. – M. : Yurayt, 2019. – 289 p.
2. Sources of occurrence of managerial situations when ensuring labor safety at enterprises with dangerous production facilities / D.I. Styagun [et al.] // Emergency situations: industrial and environmental safety. – 2018. – № 1. – P. 82–88.

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ
ПРИМЕСЕЙ НА УЭЦН НА ПРИМЕРЕ ЛОМОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**SOLUTION OF THE PROBLEM OF NEGATIVE INFLUENCE OF MECHANICAL
IMPURITIES ON ESP ON THE EXAMPLE OF THE LOMOVOE DEPOSIT**

Суховерова Полина Александровна

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
polina.suxoverova.00@bk.ru

Слепцов Александр Алексеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
sleptsov.aa00@gmail.com

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры Оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Владимиров Антон Владимирович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ante1922@icloud.com

Джалло Фатмата

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
fatmataajalloh8@gmail.com

Аннотация. Присутствие механических примесей в продукции нефтяных скважин является серьезным осложнением при эксплуатации механизированным способом за счет уменьшения МРП насосов. Механические примеси могут являться продуктами разрушения коллектора, загрязнениями с насосно-компрессорных труб (продукты коррозии, песок и т.д.). Информация по борьбе с механическими примесями изложенная в данной статье является актуальной так как описывает современные технологические решения применяемые в промышленности для увеличения надежности и срока службы УЭЦН.

Ключевые слова: осложнения, возникающие при добыче нефти; установки погружных электроцентробежных насосов; методы борьбы с негативным влиянием механических примесей на УЭЦН; применение исполнения; эксплуатация песконесущих скважин.

Sukhoverova Polina Alexandrovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
polina.suxoverova.00@bk.ru

Sleptsov Alexander Alekseevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
sleptsov.aa00@gmail.com

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences.
Associate Professor of Oil and Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Vladimirov Anton Vladimirovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ante1922@icloud.com

Jalloh Fatima

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
KubanStateTechnologicalUniversity
fatmataajalloh8@gmail.com

Annotation. The presence of mechanical impurities in the production of oil wells is a serious complication in the operation of a mechanized method due to a decrease in the overhaul life of pumps. Mechanical impurities can be products of collector destruction, contamination from tubing (corrosion products, sand, etc.). The information on the protection from mechanical impurities presented in this article is relevant as it describes modern technological solutions used in industry to increase the reliability and service life of the ESP.

Keywords: complications arising from oil production; electric submersible pumps; methods of dealing with the negative influence of mechanical impurities on the ESP; use of pumps with abrasion-resistant design; operation of sand-bearing wells.

Присутствие в добываемой нефти большого количества механических примесей затрудняет эксплуатацию скважин, повышает износ оборудования, усложняет обслуживание скважин, при этом возрастают эксплуатационные расходы. В этих условиях очень быстро изнашиваются детали верхней пяты вала насоса и участок вала насоса под сальником, снижается надежность гидрозащиты погружного двигателя. Примеси, содержащиеся в откачиваемой жидкости, различны в качественном и количественном составе: это могут быть продукты разрушения пласта или цементного кольца или принесенные с поверхности частицы различного состава. Для современных УЭЦН количество механических абразивных частиц, проходящих через насос за период его эксплуатации, зависит от подачи и может меняться в сотни раз. Для высокодебитных насосов количество механических примесей, проходящих через насос за год эксплуатации, может достигать 500–600 тонн.

На начальном этапе, в качестве основных мер борьбы рассматривались методы предотвращения попадания мех. примесей на прием насоса за счет применения предвключенных погружных фильтров и гравитационных сепараторов мех. примесей (десендеров), однако данные меры быстро показали свою недостаточную эффективность. Как фильтрационные устройства, так и десендеры имеют краткосрочный эффект (до момента засорения фильтров и/или полного заполнения контейнеров для сброса мех. примесей) и, кроме того, создают опасность пересыпания продуктивных горизонтов и снижения продуктивности скважин при отсутствии эвакуации поступающего на забой песка из ствола скважины.

Таким образом, была поставлена задача с одной стороны, минимизировать поступление песка на забой скважин и, с другой стороны, обеспечить необходимую надежность погружного оборудования с возможностью его долговременной эксплуатации при высоких содержаниях абразива в добываемой продукции.

В качестве оборудования, включаемого в состав ГНО, при размере частиц более 300 мкм рекомендуется применение шламоуловителя ШУМ ЗАО «Новомет–Пермь». Данное оборудование успешно прошло ОПИ на месторождениях Сибири. При меньших между размерах частиц может быть фильтр входного модуля ЖНШ производства ЗАО «Новомет–Пермь», имеется опыт применения на месторождениях Томской области. По рекомендации производителя для установок производительностью до 60 м³/сут включительно применяется щелевой экран с межвитковым зазором 100 мкм, более 60 м³/сут – 200 мкм. Ширину ячейки фильтра целесообразно так же выбирать исходя из анализа гранулометрического состава мех. примесей.

На сегодняшний день существуют следующие способы борьбы с механическими примесями:

- выбор оптимальной депрессии на пласт с учетом устойчивости пород;
- повышение стабильности режимов эксплуатации скважин (за счет стабилизации пластового давления путем ввода в действие системы ППД), мер по исключению кратковременных остановок (например, из-за отключений электроэнергии);
- внедрение фильтров-насадок от мехпримесей «STRONG» (ФНТ–75150–4500–85–НКТ–73–Н) для скважин осложненных повышенным содержанием мехпримесей;
- периодический контроль выноса мехпримесей (не реже 1 раза в месяц на скважину) с фиксацией динамического уровня и д дебита скважины;
- применение УЭЦН в износо-, коррозионностойком исполнении;
- применение входных фильтрующих модулей типа МВ5Ф и шламоуловителей для УЭЦН, фильтров ЖНШ;
- применение жидкостей глушения скважин, очищенных от механических примесей (не более 20 мг/л) в процессе их приготовления. В частности, блоки очистки выпускаются российскими заводами. Блок очистки жидкости БОЖ–1, используется на о растворных узлах, его производительность 50 м³/ час, КВЧ после фильтрации не более 20 мг/л. Устройство для очистки воды от мех. примесей, растворенной и микроэмульгированной нефти, работающее на эффекте микрофлотации;
- замена раствора глушения скважины после ремонтных работ нефтью путем промывки с вымыванием из скважины дисперсных загрязнителей; очистка НКТ от коррозии, песка, солей или замена подвески в процессе ремонта скважин. Рекомендуется организация на трубной базе участка по очистке НКТ. Такие стенды имеются заводского изготовления, работающие по принципу механической и гидropескоструйной очистки;
- применение клапана для промывки НКТ с определенной глубины, минуя насос (без СПО), а н также для заполнения НКТ раствором глушения при проведении ПРС;
- фильтр для нагнетательных скважин в блочном исполнении ФНСБ, обеспечивающий тонкую очистку воды от механическихцелях примесей.

Имеется опытт применения мер по борьбе с механическими примесями на Ломовом месторождении.

На начальном этапе, в качестве основных мер борьбы рассматривались методы предотвращения попадания механических примесей на прием насоса за счет применения предвключенных погружных фильтров и гравитационных сепараторов мех. приме-сей (десендеров), однако данные меры быстро показали свою недостаточную эффективность.

Как фильтрационные устройства, так и десендеры имеют краткосрочный эффект (до момента засорения фильтров и / или полного заполнения контейнеров для сброса мех. примесей) и, кроме того, создают опасность пересыпания продуктивных горизонтов и снижения продуктивности скважин при отсутствии эвакуации поступающего на забой песка из ствола скважины. Таким образом, была поставлена задача с одной стороны, минимизировать поступление песка на забой скважин и, с другой стороны, обеспечить не-

обходимую надежность погружного оборудования с возможностью снижения долговременной эксплуатации при высоких содержаниях абразива в добываемой продукции.

В настоящее время наиболее оптимальный подход к эксплуатации песконесущих скважин на Ломовом месторождении включает в себя следующие мероприятия:

– Выборочное крепление призабойной зоны пласта (ПЗП) с применением специальных составов и методик.

– Применение насосов абразивостойкого исполнения с рабочими органами из материала НиРезист Тип 1 (согласно стандарта ASTM A436) и оптимизированной конфигурацией твердосплавных или керамических карбидных радиальных опор. В наиболее проблемных скважинах с максимальным выносом мех. примесей (рис. 1) существенный рост СНО был достигнут за счет внедрения компрессионной сборки с рабочими органами из высоколегированного а чугуна НиРезист Тип 4 (стандарт ASTM A436).

Данный материал обладает значительно более высокой твердостью (а также коррозионной стойкостью, по сравнению с Типом 1) за счет большего содержания таких компонентов, как Хром и Никель. Рекордная наработка насоса с рабочими органами из НиРезист Тип 4 в скважине, пробуренной на наиболее песконесущий пласт ПК, в настоящий момент составляет 2163 суток, что сравнимо с максимальной наработкой в целом по месторождению 2467 суток. Таким образом, можно утверждать, что адресное применение насосов специального абразивостойкого исполнения позволяет обеспечить наработки на уровне, или даже выше наработок стандартного оборудования в скважинах, неосложненных выносом песка.



Рисунок 1 – Рост средней наработки на отказ за счет внедрения насосов компрессионной сборки с рабочими органами из высоколегированного чугуна НиРезист Тип 4 (стандарт ASTM A436)

Известно, что скорость абразивного износа рабочих органов прямо пропорциональна скорости вращения рабочих колес насоса. Следовательно, снижение рабочей частоты, при прочих равных условиях, приводит к увеличению наработок оборудования в скважинах с наиболее интенсивным выносом абразива. Как доказательство данного утверждения можно привести 13 скважин, которые удалось вывести из часто ремонтируемого фонда за счет эксплуатации на частотах менее 40 Гц (как правило, между 35 и 39 Гц). Данный подход уже показал свою эффективность и вклад в общий рост СНО на Ломовом месторождении.

Литература:

1. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Булатов [и др.]. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.

2. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.

3. Омельченко Н.Н., Савенок О.В., Иолчueв А.М. Предупреждение и ликвидация отложений солей при добыче нефти на Ключевом месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2018. – № 4. – С. 27–52.
4. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.
5. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.
6. Шиян С.И., Омельченко Н.Н. Варианты реинжиниринга при ре-конструкции производственных объектов системы сбора, транспортировки и подготовки нефти, газа и воды Ивановского месторождения // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 34–42.
7. Техника и технология восстановления продуктивности скважины № 1273 Уренгойского месторождения путём зарезки бокового ствола / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 248–266.
8. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.
9. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.
10. Шиян С.И., Мунтян В.С. Перспективы разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения с применением энерго- и ресурсосберегающих технологий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 289–299.

Literature:

1. Ekologiya pri stroitel'stve neftyanykh i gazovykh skvazhin: uchebnoye posobiye dlya Studentov vuzov / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : Prosveshcheniye – Yug, 2011. – 603 p.
2. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoyeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar: Izdatel'skiy Dom – Yug, 2016. – 576 p.
3. Omelchenko N.N., Savenok O.V., Iolchuev A.M. Prevention and elimination of salt deposits in oil production at the Key field // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 27–52.
4. Gutsu A.S., Shiyan S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of the Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
5. Sukhin A.A., Shiyan S.I. Analysis of methods for combating hydrates at the Astrakhan gas condensate field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
6. Shiyan S.I., Omelchenko N.N. Variants of reengineering in the re-construction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // Oil Engineer. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
7. Technique and technology of restoration of productivity of a well №1273 of the Urengoy sky field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
8. Shiyan S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.
9. Shiyan S.I., Skiba A.S. Technology of regulation of the reservoir pressure maintenance system at the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
10. Shiyan S.I., Muntyan V.S. Prospects for the development of the Severo-Tarasovsky oil field with the use of energy- and resource-saving technologies // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 289–299.

**ОБ ОДНОЙ МОДЕЛИ КОЛЕБАНИЙ
ЛИТОСФЕРНЫХ СТРУКТУР ВБЛИЗИ РАЗЛОМА**

**ON ONE MODEL OF VIBRATIONS
FOR LITHOSPHERIC STRUCTURES NEAR A FAULT**

Телятников Илья Сергеевич

канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник,
ФГБУ Н «Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр Российской академии наук»
ilux_t@list.ru

Аннотация. Исследование напряженно-деформированного состояния геологических структур в регионах, расположенных в шовных зонах литосферных образований различного ранга, заслуживает особого внимания. В макромасштабной модели строения коры Земли литосферные структуры можно рассматривать как покрытия относительно малой толщины. В работе исследуется вибрация системы покрытие / подложка, возбуждаемой локализованной поверхностной силой. Составное покрытие представляет собой две пластины Кирхгофа, занимающие полуплоскости. По границе между пластинами проходит бесконечная трещина. С помощью дифференциального метода факторизации получены характеристики смещений пластин покрытия при условии свободных от напряжений торцов.

Ключевые слова: вибрационное воздействие, модель литосферных структур, покрытие с трещиной, деформируемая подложка, установившиеся колебания.

Telyatnikov Ilya Sergeevich

Cand.Sci. (Phys. – Math.), Researcher,
Southern Scientific Centre of the Russian
ilux_t@list.ru

Annotation. The study of the stress-strain state of geological structures in regions located in the suture zones of lithospheric formations with various ranks deserves special attention. In the macroscale model of the Earth's crust structure, lithospheric structures can be considered as coatings of relatively small thickness. In the paper we investigate the vibration of the coating / substrate system, which is excited by a localized surface force. The composite coating consists of two Kirchhoff plates occupying half-planes. An endless crack runs along the boundary between the plates. Using the differential factorization method, we obtain the characteristics of the displacements for the coating plates with the condition of stress-free ends.

Keywords: vibration influence, model of lithospheric structures, coating with a crack, deformable substrate, steady oscillations

Проблема оценки напряженного состояния горных пород является актуальной при мониторинге неблагоприятных и опасных экзогенных процессов и определения их связи с тектоническим поведением территории. Естественные тектонические процессы в земной коре и верхней мантии могут служить причинами возникновения напряжений в геологической среде. Медленные тектонические движения вызывают изменения рельефа поверхности, что в свою очередь может спровоцировать природные и техногенные катастрофы. Особого внимания заслуживает исследование напряженно-деформированного состояния геологических структур в регионах, расположенных в шовных зонах литосферных образований различного ранга.

В макромасштабной модели строения коры Земли литосферные структуры можно рассматривать как покрытия относительно малой толщины, тогда проблема их взаимодействия может изучаться в рамках теории смешанных задач теории упругости. В работе исследуется вибрация системы покрытие/подложка, возбуждаемой локализованной поверхностной силой. Составное покрытие представляет собой две пластины, занимающие полуплоскости, вдоль раздела которых направлена ось Ox_2 . По границе между пластинами проходит бесконечная трещина, плоскость x_1Ox_2 декартовой системы координат совмещена со срединной плоскостью покрытия.

Исследуются вертикальные гармонические (с частотой ω) воздействия, так как пульсационный механизм часто рассматривается как глобальная закономерность всех шовных зон межплитовой коллизии [1]. Источником возбуждения колебаний служит гармоническая нагрузка, заданная на поверхности системы покрытие/подложка. После отделения временного множителя $\exp(-i\omega t)$ линеаризованные уравнения движения пластин в соответствующих полуплоскостях принимают вид [2].

$$R_j(\partial x_1, \partial x_2)u_j(x_1, x_2) - E_j g_j(x_1, x_2) = b_j(x_1, x_2), \quad x_1 \in \Omega_j, \quad x_2 \in \mathbb{R}. \quad (1)$$

В (1) для j -й пластины дифференциальный оператор $R_j(\partial x_1, \partial x_2)$ ($j = 1, 2$) задается

$$\text{в виде } R_j(\partial x_1, \partial x_2) \equiv R_{33}^j = \varepsilon_{j3} \left(\frac{\partial^4}{\partial x_1^4} + 2 \frac{\partial^4}{\partial x_1^2 \partial x_2^2} + \frac{\partial^4}{\partial x_2^4} \right) - \varepsilon_{j4}; \quad b_j(x_1, x_2) = -\varepsilon_{j5} t_j(x_1, x_2),$$

$$\varepsilon_{j3} = \frac{h_j^2}{12}, \quad \varepsilon_{j4} = \frac{\omega^2 \rho_j (1 - \nu_j^2)}{E_j}, \quad \varepsilon_{j5} = \frac{1 - \nu_j^2}{E_j h_j}; \quad \rho_j - \text{плотность, } \nu_j - \text{коэффициент Пуассона,}$$

E_j – модуль Юнга; h_j – толщина; $u_j(x_1, x_2) \equiv u_{j3}(x_1, x_2)$ – амплитуда вертикальных смещений срединной поверхности, являющаяся функцией координат (x_1, x_2) ; $g_j(x_1, x_2) \equiv g_{j3}(x_1, x_2)$ – амплитуда контактного напряжения, действующего на нижнюю границу пластины с номером j ($j = 1, 2$) со стороны упругой подложки; $b_j(x_1, x_2) = -\varepsilon_{j5} t_j(x_1, x_2)$, $t_1(x_1, x_2) = A \delta(x_1 - x_1^0, x_2 - x_2^0)$, (x_1^0, x_2^0) – координаты источника воздействия, $x_1^0 \in \Omega_1$, $A > 0$ – заданная интенсивность поверхностной нагрузки, $\tau_2(\xi_1, \xi_2) \equiv 0$; $\Omega_1 = \{x_1 : 0 < x_1 < +\infty\}$, $\Omega_2 = \{x_1 : -\infty < x_1 < 0\}$.

На поверхности упругого основания (слой толщины H с жестко закрепленной нижней границей) амплитуды перемещений и напряжений связаны соотношением

$$u_{33}(x_1, x_2, 0) = \frac{(1 - \nu)H}{4\pi^2 \mu} \iint_{\sigma_1 \sigma_2} K_{33}(\alpha_1, \alpha_2, 0) G(\alpha_1, \alpha_2) \exp(-i(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2)) d\alpha_1 d\alpha_2,$$

где K_{33} – элемент матрицы Грина подложки, имеющий явное представление [3] и зависящий от упругих параметров слоя, его толщины и частоты колебаний; $G = V_2 g$, V_2 – двумерный интегральный оператор преобразования Фурье. Вид матриц Грина K для различных упругих сред и способы их построения представлены в [3 и др.]. Предполагаемый установившийся характер колебаний основания требует выполнения условий, обеспечивающих единственность решения. В работе использован принцип предельного поглощения [3], определяющий положение контуров σ_1 , σ_2 в комплексной плоскости.

Постановка задачи дополняется граничными условиями в зоне контакта компонентов составного покрытия ($x_1 = 0, -\infty < x_2 < +\infty$). Рассматривается случай, когда изгибающий момент и перерезывающая сила равны нулю, т.е. торцы плит свободны от напряжений:

$$\left. \frac{\partial^2 u_{j3}}{\partial x_1^2} \right|_{x_1=0} = 0, \quad \left. \frac{\partial^3 u_{j3}}{\partial x_1^3} \right|_{x_1=0} = 0, \quad j = 1, 2. \quad (2)$$

Следуя алгоритму дифференциального метода факторизации [4], в случае вертикальных колебаний на границе покрытия и основания функциональное уравнение краевой задачи для описанной структуры получим в виде

$$R_j(-i\alpha_1, -i\alpha_2)U_{j3} \equiv \left[\varepsilon_{3j}(\alpha_1^2 + \alpha_2^2)^2 - \varepsilon_{j4} \right] U_{j3} = \int_{\partial\Omega_j} \omega_j + \varepsilon_{j5} V_2 [g_{j3} + t_{j3}] (j=1,2),$$

где внешняя форма для прямолинейной границы:

$$\omega_j(\alpha_1, \alpha_2) = \varepsilon_{j3} e^{i(\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2)} \left[i\alpha_2 M_j D_j^{-1} - Q_j D_j^{-1} - (\alpha_2^2 + \nu_j \alpha_1^2 u_{j3}) \frac{\partial u_{j3}}{\partial x_2} + \alpha_2 (\alpha_2^2 + (2 - \nu_j) \alpha_1^2) u_{j3} \right] dx_1,$$

$$M_j = -D_j \left(\frac{\partial^2 u_{j3}}{\partial x_1^2} + \nu \frac{\partial^2 u_{j3}}{\partial x_2^2} \right), \quad Q_j = -D_j \left(\frac{\partial^3 u_{j3}}{\partial x_1^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 u_{j3}}{\partial x_2^2 \partial x_1} \right), \quad j=1,2,$$

$$D_j = \frac{E_j h_j^2}{12(1 - \nu_j^2)} - \text{жесткость пластины, занимающей область } \Omega_j.$$

Представления для интегральных характеристик смещений в данном случае принимают вид [5]

$$U_{j3}(\alpha_1, \alpha_2) = \frac{\varepsilon_{j5} G_{j3}(\alpha_1, \alpha_2) + B_{j3}(\alpha_1, \alpha_2)}{R_{33}^j} + W_j(\alpha_1, \alpha_2),$$

$$W_j(\alpha_1, \alpha_2) = \frac{\pm i C_{j1}}{\alpha_1 \pm i q_{j1}} + \frac{\pm i C_{j2}}{\alpha_1 \pm q_{j2}} \mp$$

$$\mp \frac{1}{2(q_{j1}^2 + q_{j2}^2)} \varepsilon_{j3} \left[\frac{\varepsilon_{j5} G_{j3}(\pm q_{j2}, \alpha_2)}{q_{j2}(\alpha_1 \mp q_{j2})} + \frac{i \varepsilon_{j5} G_{j3}(\pm i q_{j1}, \alpha_2)}{q_{j1}(\alpha_1 \mp i q_{j1})} + \right.$$

$$\left. + \frac{B_{j3}(\pm q_{j2}, \alpha_2)}{q_{j2}(\alpha_1 \mp q_{j2})} + \frac{i B_{j3}(\pm i q_{j1}, \alpha_2)}{q_{j1}(\alpha_1 \mp i q_{j1})} \right]. \quad (3)$$

Здесь через q_{1l} обозначены лежащие выше контура σ_1 корни (по переменной α_1) уравнения $R_j(-i\alpha_1, -i\alpha_2) = 0$, q_{2l} – лежащие ниже контура, верхний знак соответствует $j = 1$, нижний – $j = 2$. Входящие в представление трансформанты контактных напряжений $G_{j3}(\alpha_1, \alpha_2)$ определяются из нагруженных уравнений Винера – Хопфа, получаемых из условия идеального сопряжения покрытия и подложки [5], неизвестные $C_{jk} = C_{jk}(\alpha_2)$ – из граничных условий, заданных на стыке пластин (2). Обратное преобразование Фурье производится численно с использованием аппроксимации функции $K_{33}(\alpha_1, \alpha_2)$.

Соотношения (3) использованы для численного моделирования колебаний системы при условии неизменных свойств в направлении оси Ox_2 . На рисунке 1 представлены графики вещественных, мнимых частей и абсолютных значений амплитуд смещения поверхности при $\bar{\omega} = 2,5$ и заданных модельных безразмерных характеристиках основания: $\bar{\rho} = 1,06$, $\bar{\mu} = 1,58$, $\nu = 0,25$. Координаты источника – (5,0). Частота определяется по формуле $\bar{\omega}^2 = \rho_1 \omega^2 a^2 \mu_1^{-1}$, где ρ_1 – плотность правой пластины, μ_1 – ее модуль сдвига, a – характерный линейный размер. Для пластин выбраны следующие характеристики: $\bar{\rho}_1 = \bar{\rho}_2 = 1$, $\bar{\mu}_1 = 1$, $\bar{\mu}_2 = 5$, $\nu_1 = \nu_2 = 0,125$.

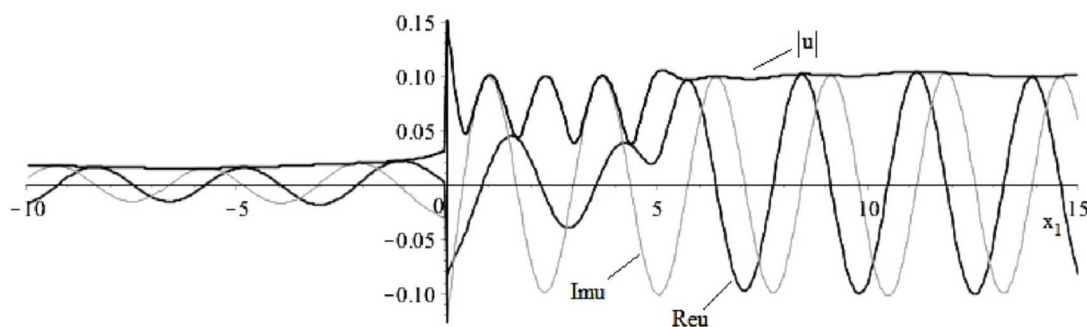


Рисунок 1 – Амплитуды смещений пластин для безразмерной частоты $\bar{\omega} = 2,5$

Принятая модель для литосферных структур корового уровня в виде двумерных фрагментов покрытия на трехмерной деформируемой подложке позволяет изучать особенности распространения сигнала в блочной среде, а также исследовать вопрос потери устойчивости покрытия. Результаты исследования также могут быть использованы в уточнении параметров расчетных схем и упрощенных моделей композитных материалов с покрытиями.

Отдельные фрагменты работы выполнены в рамках ГЗ ЮНЦ РАН, проект № 01201354241.

Литература:

1. Лилиенберг Д.А. Закономерности и механизмы современной геодинамики морфоструктур Крыма, Кавказа и Каспия // Проблемы геоморфологии и геологии Кавказа и Предкавказья: материалы XXI Пленума геоморфологической комиссии РАН. – Краснодар : КубГУ, 2001. – С. 45–72.
2. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. – М. : Наука, 1972. – 432 с.
3. Ворович И.И., Бабешко В.А. Динамические смешанные задачи теории упругости для неклассических областей. – М. : Наука, 1979. – 319 с.
4. The differential factorization method for a block structure / V.A. Babeshko [et. al.] // Doklady Physics. – 2009. – Vol. 54 (1). – P. 25–28.
5. Телятников И.С. Об одной модели деформационных процессов в геофизических структурах // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 1. – С. 45–49.

Literature:

1. Lilienberg D.A. Regularities and mechanisms of modern geodynamics of morphostructures of the Crimea, the Caucasus and the Caspian // Problems of geomorphology and geology of the Caucasus and Ciscaucasia: materials of the XXI Plenum of the Geomorphological Commission of the Russian Academy of Sciences. – Krasnodar : KubSU, 2001. – P. 45–72.
2. Volmir A.S. Nonlinear dynamics of plates and shells. – M. : Nauka, 1972. – 432 p.
3. Vorovich I.I., Babeshko V.A. Dynamic mixed problems of elasticity theory for non-classical areas. – M. : Nauka, 1979. – 319 p.
4. The differential factorization method for a block structure / V.A. Babeshko [et. al.] // Doklady Physics. – 2009. – Vol. 54 (1). – P. 25–28.
5. Telyatnikov I.S. On one model of deformation processes in geophysical structures // Environmental protection in the oil and gas complex. – 2015. – № 1. – P. 45–49.

**К МОДЕЛИРОВАНИЮ МИГРАЦИИ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

**TO SIMULATION OF POLLUTANT MIGRATION
USING GIS TECHNOLOGIES**

Телятников Илья Сергеевич

канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник,
Федеральный исследовательский центр
Южный научный центр Российской академии наук
ilux_t@list.ru

Бушueva Ольга Алексеевна

аспирант кафедры математического моделирования,
Кубанский государственный университет
olyabushuyeva@gmail.com

Аннотация. В работе рассматривается модель рассеяния и переноса многокомпонентной загрязняющей субстанции в атмосфере. Распространение загрязнителей в потоке воздушных масс описывается нестационарным уравнением конвекции-диффузии с учетом возможных трансформаций, а также гравитационного осаждения. Решение строится путем расщепления по процессам. На первом этапе рассматривается перенос примеси, на втором – диффузия, на третьем – деградация загрязнителей. С использованием построенной в КубГУ цифровой модели территории Краснодарского края расчетные данные могут быть визуализированы в привязке к карте.

Ключевые слова: рассеяние и миграция примеси, конечно-разностная модель, метод расщепления по процессам, цифровая модель территории, ГИС.

Telyatnikov Ilya Sergeevich

Cand.Sci. (Phys. – Math.), Researcher
Southern Scientific Centre of the Russian
ilux_t@list.ru

Bushueva Olga Alekseevna

Postgraduate Student of Department of Mathematical Modeling,
Kuban State University
olyabushuyeva@gmail.com

Annotation. In the paper we consider a model of dispersion and transference of a multicomponent polluting substance in the atmosphere. The propagation of pollutants in the flow of air masses is described by the non-stationary convection-diffusion equation that takes into account possible transformations, as well as gravitational sedimentation. The solution is built by subdividing processes of the problem. At the first stage, we consider the transfer of impurities, at the second stage – the diffusion, at the third – the degradation of pollutants. The calculated data can be visualized on the map using the digital model of the Krasnodar Territory, built at KubSU.

Keywords: dispersion and migration of impurities, finite-difference model, method of process subdivision, digital model of the territory, GIS.

Проблемы экологического мониторинга и прогнозирования, вопросы устойчивости экологических систем, оценки и смягчения неблагоприятных воздействий, возникающих в результате непрерывного техногенного воздействия на окружающую среду, диктуют необходимость разработки эффективных моделей распространения загрязнителей. Модели миграции газообразных и аэрозольных субстанций играют важную роль в предотвращении и компенсации загрязнения рекреационных зон Краснодарского края.

Географические информационные системы (ГИС) доказали свою эффективность в проектах исследовании демографических процессов, развития транспортной инфраструктуры, разведке полезных ископаемых, сейсмологическом и экологическом мониторинге, прогнозировании стихийных бедствий и т.д. [1–3]. Сами ГИС не предназначены для независимого трехмерного моделирования. Для моделей окружающей среды важную роль играют не столько пространственные геоданные, сколько характеристики исследуемого процесса, полученные в результате работы модели и агрегированные в ГИС [4]. В работе рассматривается модель рассеяния и переноса многокомпонентной загрязняющей субстанции в атмосфере. С использованием построенной в КубГУ цифровой модели территории Краснодарского края [5] расчетные данные могут быть визуализированы в привязке к карте.

На сегодняшний день для оценки антропогенной нагрузки на окружающую среду активно применяются различные модели атмосферной кинетики и динамики аэрозолей и газообразных примесей, в том числе с учетом химического взаимодействия и фазовых переходов. Ведущее место в разработке таких моделей занимают ИВМ РАН и ИВМ СО РАН [6–8 и др.]. Но использование многих разработок зачастую весьма затратно по использованию вычислительных мощностей.

Распространение загрязнителей в потоке воздушных масс описывается нестационарным уравнением конвекции-диффузии с учетом возможных трансформаций, а также гравитационного осаждения в области $\Omega_t = \{\Omega \times [0, T]\}$, где

$$\Omega = \{-\Lambda_1 < \xi_1 < \Lambda_1, -\Lambda_2 < \xi_2 < \Lambda_2, 0 < \xi_3 < H\},$$

$$\frac{\partial \varphi_n}{\partial t} + (u_n \cdot \text{grad} \varphi_n) + (B\varphi)_n = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial^2 \varphi_n}{\partial x_j^2} + f_n(x, t), \quad n = \overline{1, N}. \quad (1)$$

В (1) приняты следующие обозначения: $\varphi = \{\varphi_n\}$ – вектор концентраций составляющих многокомпонентной примеси, $x = (x_1, x_2, x_3)$; $u_n = \{u_1, u_2, u_3 - u_{gn}\}$, где u_j – компоненты вектора скорости по осям Ox_j соответственно ($j = \overline{1, 3}$), K_j – коэффициенты диффузии в тех же направлениях. Вектор скорости воздушных масс учитывает величину u_{gn} – скорости осаждения n -го компонента сложного загрязнителя под действием силы тяжести. Составляющие скорости атмосферных масс обычно определяются из системы уравнений гидротермодинамики, в настоящей модели ветровые характеристики считаются заданными (постоянными), что является оправданным в ряде случаев. Функция $f_n(x, t)$ описывает мощность и область источника n -го компонента загрязнителя, оператор $B\varphi$ описывает трансформации составляющих многокомпонентной примеси.

Задается начальное распределение загрязнителей, условия выхода примесей на фоновые значения на боковых и верхней границе рассматриваемой области и условие частичного поглощения и отражения – на подстилающей поверхности с учетом ландшафтных особенностей территории.

В работе не рассматривается вторичное загрязнение атмосферы, загрязняющие вещества считаются пассивными, т.е. не взаимодействующими между собой. Некото-

рые из составляющих не претерпевают изменения в процессе миграции, другие – распадаются на составляющие атмосферы. При этом матрица B является диагональной, $B = \|\sigma_{nk}\|$ ($\sigma_{nk} = 0, n \neq k$), σ_{nk} – коэффициент распада n -го загрязняющего вещества. В таком случае задача распадается на N несвязных начально-граничных задач. Для решения каждой из них вводится сеточная область $D_{\tau}^{\Delta x}$. Решение строится путем расщепления по процессам. На первом этапе рассматривается перенос примеси, на втором – диффузия, на третьем – деградация загрязнителей (если она имеет место). С помощью схемы Кранка–Николсона строится численное решение задачи рассеяния и переноса многокомпонентной загрязняющей примеси в атмосфере.

Результатом численной реализации модели являются поля концентрации итоговых загрязняющих веществ, рассчитанные с заданной точностью. Предусмотрена также возможность построения сечений поля концентраций загрязнителей при фиксации одной из пространственных переменных.

Для изучения процессов миграции загрязнителей на территории региона использована построенная в КубГУ цифровая модель рельефа местности для горных и прибрежных районов Краснодарского края [5] и разработанные технологии создания интерактивной модели местности. Результаты расчетов с использованием модели миграции загрязнителя можно представить с пространственной привязкой. На рисунке показан пример горизонтального сечения поля концентрации одного из компонентов примеси для модельных данных через 2 часа после начала моделирования на высоте 300 м. Взяты следующие параметры числовой сетки: $\tau = 600$ с, $\Delta x_j = 2000$ м ($j = 1,2$), $\Delta x_3 = 100$ м.

Использование цифровых карт как эффективного инструмента для принятия решений способствует информационному обеспечению природоохранной деятельности, совместному планированию мероприятий различных служб при ликвидации чрезвычайных ситуаций и разработке стратегии их предупреждения, в том числе в целях повышения ситуационной осведомленности об экологических угрозах. Картографическая визуализация поля концентрации примеси, рассчитанного с заданной точностью, может быть использована для целей мониторинга и принятия решений.

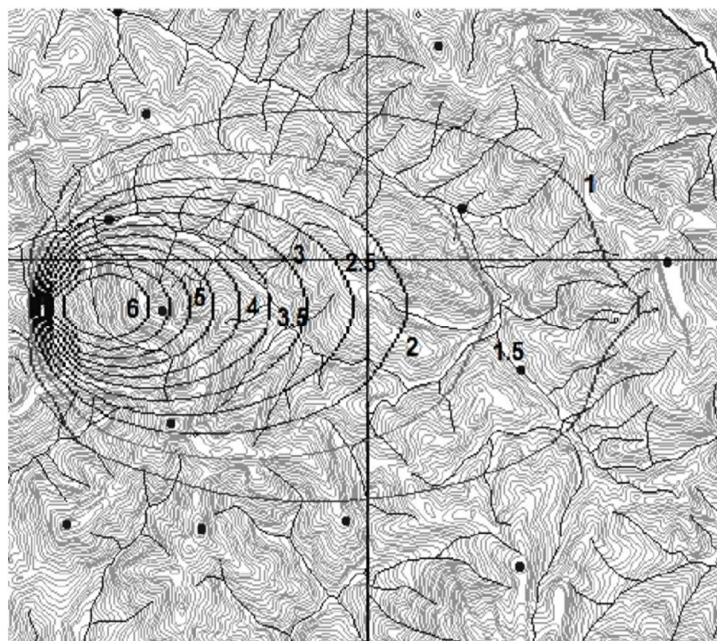


Рисунок 1 – Пример пространственной привязки результатов численного моделирования

Фрагменты работы выполнены при поддержке РФФИ и Администрации Краснодарского края(проект 19-41-230005_p_a).

Литература:

1. Geographic Information Systems and Science / P.A. Longley [et al.]. – New York : John Wiley & Sons, 1999. – 432 p.
2. Clarke K.C., Brad O.P., Crane M.P. Geographic Information Systems and Environmental Modeling. – London : Pearson, 2001. – 306 p.
3. Keller R., Baru Ch. Geoinformatics: Cyberinfrastructure for the Solid Earth Sciences. – Cambridge : University Press, 2011. – 374 p.
4. Li Y., Brimicombe A.J. Assessing the quality implications of accessing spatial data: the case for GIS and environmental modelling // Proceedings GISRUK. Sheffield. – 2002. – P. 68–71.
5. Гладской И.Б., Павлова А.В. Разработка цифровой модели территории региона для экологического и сейсмического мониторинга края // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2020. – № 5. – С. 45–48.
6. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М. : Наука, 1982. – 320 с.
7. Алоян А.Е. Моделирование динамики и кинетики газовых примесей и аэрозолей в атмосфере. – М. : Наука, 2008. – 415 с.
8. Агошков В.И., Асеев Н.А., Новиков И.С. Методы исследования и решения задач о локальных источниках при локальных или интегральных наблюдениях. – М. : ИВМ РАН, 2015. – 174 с.

Literature:

1. Geographic Information Systems and Science / P.A. Longley [et al.]. – New York : John Wiley & Sons, 1999. – 432 p.
2. Clarke K.C., Brad O.P., Crane M.P. Geographic Information Systems and Environmental Modeling. – London : Pearson, 2001. – 306 p.
3. Keller R., Baru Ch. Geoinformatics: Cyberinfrastructure for the Solid Earth Sciences. – Cambridge : University Press, 2011. – 374 p.
4. Li Y., Brimicombe A.J. Assessing the quality implications of accessing spatial data: the case for GIS and environmental modelling // Proceedings GISRUK. Sheffield. – 2002. – P. 68–71.
5. Gladskoy I.B., Pavlova A.V. Development of a digital model of the region's territory for ecological and seismic monitoring of the region // Environmental protection in the oil and gas complex. – 2020. – № 5. – P. 45–48.
6. Marchuk G.I. Mathematical modeling in the problem of the environment. – М. : Nauka, 1982. – 320 p. (in russian)
7. Aloyan A.E. Modeling the dynamics and kinetics of gas impurities and aerosols in the atmosphere. – М. : Nauka, 2008. – 415 p.
8. Agoshkov V.I., Aseev N.A., Novikov I.S. Methods of research and solution of problems about local sources in local or integral observations. – М. : IVM RAN, 2015. – 174 p.

АДРЕСАТНОСТЬ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ДИСКУРСА

TARGETING OF ARTISTIC DISCOURSE

Терещенко Анна Владимировна

магистрант,
Кубанский государственный университет
ongptr@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Автор рассматривает понятие дискурса, а также художественного дискурса в широком смысле и в авторском понимании Н.Л. Галеевой, Т.А. Ван Дейка и В.В. Юркевич. В статье рассмотрена категория «адресат» в понимании Р. Барта, А.И. Белецкого, Н.Д. Арутюновой. Автор изучает адресованность художественного дискурса, как отличительную особенность текста, так как каждый литературный жанр имеет свою типическую концепцию адресата.

Автор приходит к выводу, что на сегодняшний день причиной научного интереса литераторов и филологов к проблематике адресата как фактору формирования текста в художественной литературе, послужило развитие нового направления – пост модерна. Стоит отметить, что проблема адресата является наиболее сложной и интересной, вместе с этим наименее изученной, потому что образа читателя не имеет четких характеристик.

Ключевые слова: художественный дискурс, языковые средства, адресность, художественный текст, автор, концепт, смысловая парадигма.

Tereshchenko Anna Vladimirovna

Graduate Student,
Kuban State University
ongptr@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Annotation. The author examines the concept of discourse, as well as artistic discourse in the broad sense and in the author's understanding of N.L. Galeeva, T.A. Van Dyck and V.V. Yurkevich. The article considers the category of «addressee» in the understanding of R. Barth, A.I. Beletsky, and N.D. Arutyunova. The author studies the addressability of artistic discourse as a distinctive feature of the text, since each literary genre has its own typical concept of the addressee. The author comes to the conclusion that today the reason for the scientific interest of writers and philologists in the problems of the addressee as a factor in the formation of the text in fiction was the development of a new direction – postmodernism. It is worth noting that the problem of the addressee is the most complex and interesting, at the same time the least studied, because the image of the reader does not have clear characteristics.

Keywords: artistic discourse, linguistic means, targeting, artistic text, author, concept, semantic paradigm.

Одним из центральных понятий лингвистики является термин «дискурс». Понятие дискурс имеет французское происхождение в переводе «discourse» означает – речь. В самом общем смысле дискурс можно определить как текст со следующими характеристиками: экстралингвистическими, прагматическими, социальными, психологическими, культурными и другими факторами.

В современной лингвистике на сегодняшний день в научной литературе выделяют классификацию дискурсов социолингвистические дискурсы; прагмалингвистические дискурсы, личностно-ориентированные дискурсы и педагогический дискурс. Целью данной статьи является рассмотреть адресность в художественном дискурсе. Художественный дискурс – материальная фиксация процесса художественной коммуникации, а также целенаправленное социальное действие, которое представляет собой процесс взаимодействия автора и читателя с языковыми социальными, интеракционными и культурными правилами [1].

Т.А. Ван Дейка рассматривает художественный дискурс как коммуникативный акт, основной характеристикой которого является стремление автора воздействовать произведением на адресата (читателя) на его духовное пространство. В.В. Юркевич считает, что художественный дискурс – это коммуникативный акт, воздействие автора происходит на систему ценностей, взглядов, мировоззрения и стремления адресата (читателя) с целью изменения их [2]. С данным пониманием художественного дискурса соглашается Н.Л. Галеева. Она считает, что художественный дискурс пробуждает адресата рефлексировать, что способствует обогащению духовного мира читателя, его духовного пространства. Под духовным пространством (духовным миром) читателя Н.Л. Галеева рассматривает социально-культурные феномены, особенности традиций и ценностей общества, а также совокупность идей, идеалов, смыслов, знаний, чувств и веры [2].

С одной стороны изучение художественного дискурса в лингвистике является сравнительно молодым направлением. С другой – изучение художественного дискурса вызывает большой научный интерес исследователей, привлекают внимание современной лингвистики к изучению различных аспектов художественного дискурса. В последние годы много научных трудов были посвящены изучению художественного дискурса, его особенностей, структуры и функций, а также проблемы адресности.

Р. Якобсон в своем труде выделяет структуру художественного дискурса, которая состоит из шести компонентов: адресант, адресат, референт, сообщение, контакт, код [3].

Особый интерес исследователей вызывает проблема адресата в художественной литературе. Под адресатом сначала понимался читатель. Оказала влияние на развитие интереса научная статья «Смерть автора», написанная Р. Барта. В данной статье автор предпринял попытку «восстановить права читателя». Р. Барта считает, что устранение автора происходит за счет выдвижения на первый план адресата (читателя), который является «... пространством, где запечатлеваются все до единой цитаты, из которых складывается письмо» [4].

Понятие «адресат» имеет долгую историю изучения в лингвистике и литературоведении. Его возникновение тесно связано с принятием факта, что в художественной литературе и повествовательной речи присутствует диалог автора и читателя. Отечественными учеными лингвистами на роль читателя (адресата) в создании художественного литературного текста указывали в 20-е годы прошлого века. Так, например, А.И. Белецкий считает, что читатель является неким активным элементом литературного произведения. А.И. Белецкий отводит читателю особую функцию – формирование идеи художественного произведения. Стоит отметить, что автор произведения может и не догадываться о существовании данной идеи [4].

Н.Д. Арутюнова в статье «Фактор адресата» 1981 г., рассматривает проблему влияния различных аспектов, например, амплуа, функций адресата на адресанта. Отечественная лингвистика, после выхода статьи Н.Д. Арутюнова, характерно уделять вни-

мание всем аспектам литературного взаимодействия автора (говорящего или пишущего) и читателя (адресата). Адресат охарактеризован в статье в трех отношениях:

- речевым актам;
- внутренней речи;
- литературному тексту [4].

Н.Д. Арутюнова поясняет «... мы используем категорию «адресат», – подчеркивая тем самым сознательную направленность художественного высказывания к личности (конкретной или не конкретной), которая может быть охарактеризована. А коммуникативное намерение автора речи должно быть согласовано с этой характеристикой. Иначе можно объяснить, как всякая речевая коммуникация рассчитана на определенный тип читателя (адресата). Можно сделать вывод, что в общении происходит некоторое «давление» факторов адресата на текст, в свою очередь «ошибка адресатом» равняется обращению не в ту инстанцию. Н.Д. Арутюнова изучая вопросы прагматики и теории речевых коммуникаций, а также исследуя говорящего и адресата в «живой» коммуникации как носителей определенных социальных ролей, которые согласованы между собой [4].

М.М. Бахтин в своем исследовании изучает вопрос о концепции адресата в зависимости от речевых жанров. М.М. Бахтин анализирует устойчивые типы высказываний как устные, так и письменные, к которым относятся и художественные произведения. По мнению М.М. Бахтин адресованность высказывания есть отличительная особенность текста, так как каждый литературный жанр имеет свою типическую концепцию адресата [4].

На сегодняшний день причиной научного интереса литераторов и филологов к проблематике адресата как фактору формирования текста в художественной литературе, послужило развитие нового направления – постмодерна. Стоит отметить, что проблема адресата является наиболее сложной и интересной, вместе с этим наименее изученной, потому что образа читателя не имеет четких характеристик. Культура будет оказывать на восприятие информации личностью (адресатом) [5].

Литература:

1. Плеханова Т.Ф. Языковое воплощение принципа диалога в англоязычном художественном тексте: дис. ... канд. филол. наук: 10.02.19, 10.02.04 // Мин. гос. лингвист. ун-т. – Минск, 2009 – 271с.
2. Юркевич В.В. Политический и художественный виды дискурса: сходства и различия // Вестник ЧелГУ. – 2014. – № 6 (335). – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/politicheskiy-i-hudozhestvennyy-vidy-diskursa-shodstva-i-razlichiya> (дата обращения: 17.03.2021).
3. Якобсон Р. Лингвистика и поэтика // Структурализм: «за» и «против». – М. : Прогресс, 1975. – С. 193–230.
4. Каминская Т.Л. Автор и адресат в современных медиатекстах // Вестник СПбГУ. Язык и литература. – 2008. – № 2–II. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/avtor-i-adresat-v-sovremennyh-mediatekstah> (дата обращения: 17.03.2021).
5. Хлабыстова Н.В., Шевцов Ю.Р. Культура как фактор формирования личности // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 15. – С. 297–305.

Literature:

1. Plekhanova T.F. Linguistic embodiment of the principle of dialogue in the English-language literary text: dis. cand. philol. nauk: 10.02.19, 10.02.04 // Min. state linguist. univ. – Minsk, 2009. – 271 p.
2. Yurkevich V.V. Political and artistic types of discourse: similarities and differences // Bulletin of ChelSU. – 2014. – № 6 (335). – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/politicheskiy-i-hudozhestvennyy-vidy-diskursa-shodstva-i-razlichiya> (accessed 17.03.2021).

3. Jakobson R. Linguistics and poetics // Structuralism: «for» and «against». – M. : Progress, 1975. – P. 193–230.
4. Kaminskaya T.L. The author and the addressee in modern media texts // Language and literature. – 2008. – № 2–II. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/avtor-i-adresat-v-sovremennyh-mediatekstah> (accessed 17.03.2021).
5. Khlabytova N.V., Shevtsov Yu.R. Culture as a factor of personality formation // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2016. – № 15. – P. 297–305.

**ОБ ОДНОМ УСЛОВИИ РАЗВИТИЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРЕЩИНЫ
ПРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕФТЕНОСНЫЙ ПЛАСТ**

**ON ONE CONDITION FOR THE DEVELOPMENT OF A VERTICAL FRACTURE
DURING HYDRAULIC IMPACT ON THE OIL-BEARING FORMATION**

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Дунаев Владислав Игоревич

профессор кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
dunaevatv@mail.ru

Аннотация. Предложенное в работе условие развития вертикальной трещины при гидравлическом разрыве нефтеносного пласта обобщает классическое условие А. Гриффитса, поскольку в нем явно учитывается зависимость критического давления от температуры и линейного коэффициента теплового расширения материала.

Ключевые слова: хрупкое разрушение, внутренняя энергия, плоская задача теории упругости.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Dunaev Vladislav Igorevich

Professor of the Department of Oil and Gas Field Equipment,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
dunaevatv@mail.ru

Annotation. The proposed condition for the development of a vertical crack in the hydraulic fracturing of an oil reservoir generalizes the classical condition of A. Griffiths, since it clearly takes into account the dependence of the critical pressure on the temperature and the linear coefficient of thermal expansion of the material.

Keywords: brittle fracture, internal energy, plane problem of elasticity theory.

Введение. В работе [1] получено условие развития изолированного дефекта (трещины), когда к его поверхности приложены напряжения (в частности, действует равномерное давление). Такая задача возникает при моделировании процесса гидравлического разрыва нефтеносного пласта, обеспечивающего продуктивную эксплуатацию скважины.

Для плоского напряженно-деформированного состояния условие развития изолированного дефекта имеет вид [2]:

$$\frac{dW}{da} = 0,$$

$$W(a) = \frac{1}{2} \oint_{\Sigma} \sigma_{ij} u_i n_j ds - \alpha_{01} T_0 k_1 \oint_{\Sigma} u_i \delta_{ij} n_j ds + \gamma \Sigma(a); \quad (1)$$

$$i, j = 1, 2$$

В выражении (1.1) введены обозначения: a – характерный линейный размер дефекта Σ (например, полудлина трещины, большая полуось «узкого» эллипса, и т.д.). Все остальные параметры, характеризующие линейные размеры контура Σ (в обозначениях формулы (1.1) имеющего длину Σ (a) далее предполагаются функциями от a , γ – удельная внутренняя энергия затраченная на образование единицы длины контура $\Sigma(a)$, σ_{ij} , u_i – компоненты тензора напряжения и вектора перемещения соответственно, n_j – компоненты вектора нормали к контуру Σ , δ_{ij} – символ Кронекера, $\alpha_{01} = \alpha_0$ для плоского напряженного состояния, $\alpha_{01} = \alpha_0(1 + \nu)$ для плоской деформации, α_0 – линейный коэффициент теплового расширения, T_0 – абсолютная температура, – для плоского напряженного состояния, – для плоской деформации, E – модуль упругости, ν – коэффициент Пуассона.

В качестве модели нефтеносного пласта, подвергнутого гидравлическому воздействию, рассматривается бесконечное тело, находящееся в плоском деформированном состоянии, ослабленное «узким» эллиптическим отверстием, когда на границе отверстия заданы напряжения, а на бесконечности напряжения обращаются в нуль [2].

Комплексная параметризация интегралов внутренней энергии

В плоской задаче теории упругости компоненты тензора напряжения и вектора перемещения определяются через две аналитические функции $\varphi(z)$ и $\psi(z)$ комплексного переменного $z = x_1 + ix_2$ по формулам Колосова-Мусхелишвили [3]:

$$\sigma_{11} + \sigma_{22} = 2 [\varphi'(z) + \overline{\varphi'(z)}];$$

$$\sigma_{22} - \sigma_{11} + 2i\sigma_{21} = 2 [\bar{z}\varphi''(z) + \psi'(z)];$$

$$2\mu(u_1 + iu_2) = \chi\varphi(z) - z\varphi'(z) - \overline{\psi(z)} \quad (2)$$

В выражении (2) введены обозначения: $\chi = 3 - 4\nu$ для плоского деформированного состояния и $\chi = (3 - \nu) / (1 + \nu)$ для плоского напряженного состояния, $\mu = E / 2(1 + \nu)$, черта сверху означает комплексно сопряженную величину.

Криволинейные интегралы в выражении (1) с учетом формул (2) представимы в виде [1]:

$$U - \frac{1}{4\mu} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{i} \oint_{\Sigma} ([\chi\varphi(z) - z\varphi'(z) - \overline{\psi(z)}] [\bar{z}\varphi''(z) + \psi'(z)] + [\chi\overline{\varphi(z)} - \bar{z}\varphi'(z) - \psi(z)] [\varphi'(z) + \overline{\varphi'(z)}]) dz \right\} - \frac{\alpha_0 T_0 k_1}{2\mu} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{i} \oint_{\Sigma} [\chi\overline{\varphi(z)} - \bar{z}\varphi'(z) - \psi(z)] dz \right\}. \quad (3)$$

Вычисление интегралов внутренней энергии

Пусть на контуре дефекта Σ действуют равномерное давление. Граничное условие для функций $\varphi(z)$ и $\psi(z)$ при $z \in \Sigma$ в этом случае имеет вид [3]:

$$\varphi(z) + \overline{z\varphi'(z)} + \psi(z) = -Pz \quad (4)$$

или, соответствующее условию (3.1) выражение в комплексно-сопряженной форме:

$$\overline{\varphi(z)} + \bar{z}\varphi'(z) + \overline{\psi(z)} = -P\bar{z} \quad (5)$$

С учетом формул (4), (5) для выражения (3) имеем:

$$U - \frac{1}{4\mu} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{i} \oint_{\Sigma} \left([(x+1)\varphi(z) + Pz] [\bar{z}\varphi''(z) + \psi'(z)] - [(x+1)\overline{\varphi(z)} + P\bar{z}] [\overline{\varphi'(z)} + \overline{\psi'(z)}] \right) dz \right\} - \frac{\alpha_0 T_0 k_1}{2\mu} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{i} \oint_{\Sigma} [(\chi+1)\overline{\varphi(z)} + P\bar{z}] dz \right\}. \quad (6)$$

Решение задачи теории упругости для плоскости ослабленной эллиптическим отверстием (дефектом) Σ , когда на границе дефекта действует равномерное давление, а на бесконечности напряжения обращаются в нуль имеет вид [3]:

$$\varphi(\xi) = -\frac{PRm}{\xi}, \quad \psi(\xi) = -\frac{PR}{\xi} - \frac{PRm}{\xi} \frac{1+m\xi^2}{\xi^2-m}. \quad (7)$$

При этом переменные ξ и z связаны соотношением

$$z = \omega(\xi) = R \left(\xi + \frac{m}{\xi} \right), \quad (8)$$

задающим конформное отображение внешности единичной окружности в плоскости ξ во внешность эллиптического контура в плоскости z .

В выражениях (7), (8) обозначено:

$$R = \frac{a}{2}(1 + \varepsilon), \quad m = \frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}, \quad \varepsilon = \frac{b}{a}, \quad a, b - \text{полуоси эллипса, } b \leq a.$$

Выполняя замену переменной по формуле (8) в интегралах (6) с учетом выражения (3.4) получаем:

$$U = -\frac{P^2 R^2}{4\mu} \operatorname{Re} \left\{ \frac{1}{i} \oint_{\Omega} \left(\frac{(1-m^2)(\sigma^2-m\chi)}{\sigma(\sigma^2-m)} - \frac{m(1-\chi\sigma^2)}{\sigma^3} - \frac{m(1-m\chi\sigma^2)(\sigma^2-m)}{\sigma(1-m\sigma^2)} \right) d\sigma \right\} - \frac{\alpha_0 T_0 k_1}{2\mu} P R^2 \left\{ \frac{1}{i} \oint_{\Omega} \frac{(1-m\chi\sigma^2)(\sigma^2-m)}{\sigma^3} d\sigma \right\}, \quad (9)$$

здесь $\sigma = e^{i\theta}$, $0 \leq \theta \leq 2\pi$ – произвольная точка единичной окружности Ω .

Вычисляя интегралы (9) при помощи теоремы о вычетах, получаем:

$$U = -\frac{\pi}{2\mu} (1 + m^2\chi) R^2 (P^2 + 2\alpha_{01} T_0 k_1). \quad (10)$$

При $\varepsilon = 1$ (в случае дефекта круглой формы) $m = 0$, $R = a$ и выражение (10) имеет вид:

$$U = -\pi \frac{1+\nu}{E} a^2 (P^2 + 2\alpha_{01} T_0 k_1). \quad (11)$$

Формула (11) совпадает с формулой, полученной в тесовой задаче в работе [2].

При $\varepsilon = 0$ (в этом случае моделью трещины является математический разрез) $m = 1$, $R = \frac{a}{2}$ и выражение (10) принимает вид:

$$U = -\pi \frac{1-\nu^2}{E} a^2 (P^2 + 2\alpha_0 T_0 k_0). \quad (12)$$

В выражении (3.9) для плоского деформированного состояния

$$k_0 = E(1 + \nu)/(1-2\nu).$$

Следуя обозначениям, принятым в выражении (1) для математического разреза имеем:

$$W(a) = U(a) + 4\gamma a. \quad (13)$$

Продифференцируем равенство (13) по a в соответствии с условием (1). Получим:

$$P^2 + 2\alpha_0 T_0 k_0 P - \frac{2}{\pi} \frac{E}{1-\nu^2} \frac{\gamma}{a} = 0. \quad (14)$$

Разрешая уравнение (14) относительно P находим

$$P^{\pm} = -\alpha_0 T_0 k_0 \pm \sqrt{(\alpha_0 T_0 k_0)^2 + \frac{2}{\pi} \frac{E}{1-\nu^2} \frac{\gamma}{a}}. \quad (15)$$

В выражении (15) отрицательный знак перед радикалом соответствует критическому давлению P^- действующему по берегам математического разреза.

Замечание. Пренебрегая в выражении (1) вторым интегралом, определяющим энтропийную составляющую внутренней энергии, проводя аналогичные вычисления формула (15) принимает вид:

$$P^- = -\sqrt{\frac{2}{\pi} \frac{E}{1-\nu^2} \frac{\gamma}{a}}. \quad (16)$$

Выражение (16) представляет известную формулу, соответствующую классическому условию разрушения А. Гриффитса, не зависящему от линейного коэффициента теплового расширения и температуры материала.

Литература:

1. Развитие вертикальной трещины при гидравлическом воздействии на нефтеносный пласт / В.И. Дунаев [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2021. – № 3 (339). – С. 39–41.
2. Об одной математической модели в задаче гидроразрыва нефтеносного пласта / В.И. Дунаев [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 10 (334). – С. 39–41.
3. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М. : Наука, 1966. – 707 с.

Literature:

1. Development of a vertical crack under hydraulic impact on an oil-bearing reservoir / V.I. Dunaev [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2021. – № 3 (339). – P. 39–41.
2. On a mathematical model in the problem of hydraulic fracturing of an oil-bearing reservoir / V.I. Dunaev [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 10 (334). – P. 39–41.
3. Muskhelishvili N.I. Some basic problems of the mathematical theory of elasticity. – M. : Nauka, 1966. – 707 p.

ДИАГНОСТИКА ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

UNDERWATER CROSSING DIAGNOSTICS

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Хапова Милена Хажмуратовна

студентка 2 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
milka.bars.25@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные методы эксплуатации подводных переходов, виды контроля за техническим состоянием с помощью специальных проверок и измерений

Ключевые слова: транспортировка подводные переходы эксплуатация подводных переходов диагностика.

Tereshenko Ivan Anatolievich

Senior Lecturer of the Department of Oil and Gaz Equipment,
Kuban State University of Technology
ongptr@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of Heat Power Engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Напова Милена Хажмуратовна

2rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
milka.bars.25@gmail.com

Annotation. This article discusses the main methods of operation of underwater crossings, types of control over the technical condition with the help of special checks and measurements using the means of technical diagnostics.

Keywords: transportation underwater crossings operation of underwater crossings diagnostics.

Практика эксплуатации подводных переходов магистральных трубопроводов показала, что для предотвращения серьезных аварий и своевременного проведения планово-предупредительного ремонта необходимо периодическое обследование технического состояния.

Контроль за техническим состоянием (техническая диагностика) подводного перехода осуществляется специальными целевыми проверками, обследованиями и измерениями с применением средств технической диагностики (СТД) в период эксплуатации и ремонта, а также после нормативного срока эксплуатации ПП.

Контроль за техническим состоянием ППТ МН осуществляет эксплуатирующая организация с привлечением (при необходимости) специализированных организаций в соответствии с графиками технического обслуживания и ремонта.

Использование различных методов неразрушающего контроля, технологий и средств технической диагностики – один из эффективных и перспективных путей повышения надежности магистральных трубопроводов и особенно подводных переходов МН. Широкое внедрение диагностики способствует раннему обнаружению дефектов, своевременному их устранению, сокращению трудовых затрат и времени, необходимых для выполнения ремонтных работ.

При выборе той или иной технологии обследования, метода неразрушающего контроля и средств технической диагностики необходимо проводить технико-экономический анализ и определять технико-экономическую эффективность их применения.

Технико-экономический анализ и определение технико-экономической эффективности позволяют:

- обосновать наиболее рациональные направления и очередность использования тех или иных СТД;
- выбрать наиболее экономичные варианты обследования ПП МН и режимов его эксплуатации;
- определить оптимальные варианты и рациональное применение СТД;
- установить социальный эффект от внедрения СТД.

В основу применения тех или иных средств технической диагностики должен быть положен учет полезного результата применения СТД и затрат на нес. Мерой полезного результата может быть принято приращение надежности ПП МН, обусловленное устранением выявленных дефектов. Затраты на применение СТД должны учитывать не только стоимость собственно контроля и сопутствующих операций, но и убытки, связанные с возможной отбраковкой.

Основной задачей технической диагностики ПП является определение количественных и качественных зависимостей между факторами, вызывающими образование и развитие дефектов, и действительными значениями характеристик дефектов.

Специальные целевые проверки ПП должны осуществляться путем наружного обследования (обхода, облета, водолазного и приборного), а также с применением внутритрубных средств технической диагностики.

Периодичность обследования ПП устанавливается руководством эксплуатирующей переход организации в соответствии с нормами периодичности обследования магистральных трубопроводов внутритрубными инспекционными снарядами в зависимости от классификации ПП, срока эксплуатации, основных требований безопасности, условий рынка, времени года и результатов предыдущих обследований.

Работы по контролю за техническим состоянием ПП МН могут проводиться без остановки перекачки с соблюдением требований техники безопасности и правил пожарной безопасности.

Выбор метода неразрушающего контроля технического средства зависит от контролируемых параметров обследуемого подводного перехода и условий его обследования. Ни один из методов НК и ни одно техническое средство не являются универсальными и не могут удовлетворить в полном объеме требования практики. При любом методе контроля о дефектах судят по косвенным признакам (характеристикам), свойственным данному методу. Некоторые из этих признаков поддаются измерению. Результаты измерений характеризуют выявленные дефекты и используются для их классификации.

Техническая диагностика подводных переходов магистральных трубопроводов может включать как наружное обследование, так и обследование с применением внутритрубных средств технической диагностики.



Схема 1 – Схемзаглубления провисающего участка трубопровода

Контролируемыми параметрами при наружном обследовании подводных переходов являются:

- герметичность и целостность ПП;
- давление в межтрубном пространстве при прокладке ПП методом «труба в трубе»;
- фактическое плановое и высотное положения ПП;
- состояние изоляционного покрытия и работоспособность станций катодной защиты нефтепровода;
- состояние тела трубы ПП (коррозионные повреждения, трещины, расслоения, царапины и др.);
- плановые береговые и глубинные деформации реки в районе ПП;
- состояние сооружений защиты берегов от размыва и волновых воздействий;
- сохранность опорной плановой и высотной топографической основы, наличие и состояние знаков закрепления промерных створов;
- состояние пригрузов трубопровода ПП.

Контролируемыми параметрами при обследовании ПП с применением внутритрубных средств технической диагностики (внутритрубных инспекционных снарядов) являются:

- фактическое плановое и высотное положения ПП;
- плотность (наличие) грунта вокруг трубы ПП;
- диаметр (геометрия) трубы (дефекты геометрии – гофры, вмятины, овальность);
- толщина стенки трубы (точечная и сплошная коррозия, трещины, расслоения и другие дефекты).

Результатом контроля за техническим состоянием ПП должны быть оценка фактического состояния и составление плана ППР по поддержанию ПП на проектном уровне в процессе эксплуатации за счет своевременного осуществления технического обслуживания и ремонта.

Работы по контролю за техническим состоянием основной нитки ПП МН с помощью внутритрубных инспекционных снарядов проводятся совместно с обследованием линейной части участка МН, в состав которого входит ПП. Работы по контролю за техническим состоянием резервной (резервных) нитки ПП МН проводятся отдельно, если на резервной нитке имеются камеры пуска и приема очистных и диагностических устройств.

Выбор схемы ремонта:

- Основными факторами, определяющими выбор наиболее рациональной технологической схемы капитального ремонта подводного перехода, являются:
 - техническое состояние подводного перехода на момент ремонта;
 - характер повреждения трубопровода (свищ, трещина, вмятина, провисание трубопровода, разрыв по сечению);
 - период производства работ и условия судоходства;
 - наличие в распоряжении строительной организации технических средств и материалов (плавучие средства, краны, лебедки, понтоны, цемент, камень);
 - технико-экономическое обоснование ремонта.

Литература:

1. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
2. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
3. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
4. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
5. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
6. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Современные проблемы теплофизики и энергетики. Материалы III международной конференции. – М., 2020. – С. 413–415.
7. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Леонова Т.А. Использование гелиосистем в теплоснабжении объектов Краснодарского края // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 12–15.
8. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Снижение вредных выбросов в атмосферу при сжигании жидких топлив // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 16–19.

9. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Декусарова А.Р. Использование тепловых труб в системах охлаждения аппаратов воздушного охлаждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 20–23.
10. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Бальжунист О.С. Анализ экологического состояния атмосферы при эксплуатации газотранспортных объектов // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 24–26.
11. Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Применение тепловых труб на КС // В сборнике : Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.
12. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.
13. Эффективное решение для тампонирувания скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
14. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.

Literature:

1. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
2. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschchenko-Ko [et al.] // In the collection: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
3. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
4. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
5. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
6. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In Proceedings: Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering. Proceedings of the III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. The use of solar systems in heat supply of objects of the Krasnodar Territory // In the collection: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 12–15.

8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. Reducing harmful emissions into the atmosphere when burning liquid fuels // In the collection: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 16–19.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems for air-cooled devices // In the collection: materials of the International scientific-practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 20–23.
10. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Balzhunist O.S. Analysis of the ecological state of the atmosphere during the operation of gas transmission facilities // In the collection: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 24–26.
11. Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. The use of heat pipes at the compressor station // In the collection: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 27–29.
12. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
13. Effective solution for plugging wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
14. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.

**ВИДЫ ПОТЕРЬ НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ
В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ**

**TYPES OF LOSS OF PETROLEUM PRODUCTS DURING OPERATIONS
IN RESERVOIR PARKS**

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Хапова Милена Хажмуратовна

студентка 2 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
milka.bars.25@gmail.com

Крашенинников Владислав Денисович

студент кафедры «Теплоэнергетики и теплотехники»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
vladhh77777@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные источники и причины потерь нефтепродуктов, экологические последствия этих потерь, а также характеристика и классификация. Приведены наиболее эффективные методы борьбы с потерями в резервуарных парках.

Ключевые слова: нефть нефтепродукты потери нефтепродуктов хранение нефти резервуарные парки

Tereshenko Ivan Anatolievich

Senior Lecturer of the Department of Oil and Gaz Equipment,
Kuban State University of Technology
ongptr@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of Heat Power Engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Напова Милена Хажмуратовна

2rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
milka.bars.25@gmail.com

Krashennnikov Vladislav Denisovich

Student of the Department of Heat Power Engineering and Heat Engineering,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
vladhh77777@mail.ru

Annotation. The article discusses the main sources and causes of losses of oil products, the environmental consequences of these losses, as well as characteristics and classification. The most effective methods of dealing with losses in tank farms are presented.

Keywords: petroleum petroleum products losses of petroleum products petroleum storage reservoir farms.

Классификация и характеристика потерь нефтепродуктов. При хранении в закрытых емкостях возникают потери вследствие дыханий емкостей, утечки через их не плотности, потери паров при обслуживании емкостей (замеры, отборы проб); при сливе – из-за «больших дыханий» приемного резервуара, наличия остатка паров нефти или нефтепродуктов в освобождаемой таре (танкере, барже, цистерне), остатка не слитого нефтепродукта при сливе железнодорожных цистерн, теряемого при зачистке, и различных утечек и разлива нефти и нефтепродуктов при сливе; при наливе в результате потери паров, вытесняемых в атмосферу при наливе в емкости.

Потери нефтепродуктов могут быть:

- количественными – от утечек и разливов;
- качественно – количественными (количественные потери с одновременным ухудшением качества остающегося нефтепродукта) – от испарения;
- качественными (ухудшение качества нефтепродукта при неизменном количестве его) – при недопустимом смешении.

Потери нефтепродуктов на ПОН, а также при их транспортировке и потреблении наносят большой ущерб экологии.

Источники и причины потерь нефтепродуктов

Количественные потери нефтепродуктов происходят от неудовлетворительного технического состояния сооружений и оборудования нефтебаз.

Основные причины потерь нефтепродуктов от утечек и разлива на ПОН неисправное состояние днищ и корпусов стальных резервуаров, вызывающих течь и потение швов, а также резервуарного оборудования (хлопушек, подъемных труб, сифонных кранов, задвижек, водоспускных кранов и др.); неумелое удаление подтоварной воды из резервуаров (переливы резервуаров, железнодорожных цистерн, автоцистерн, мелкой тары и т.п.); неправильная зачистка остатков из резервуаров; неисправность технологических трубопроводов и трубопроводной арматуры, насосных установок (течи во фланцах сальниках, швах); неправильный подогрев нефтепродуктов в железнодорожных цистернах и других емкостях, сопровождающийся выбросом части нефтепродукта, аварии с резервуарами, трубопроводами и другими устройствами ПОН, вызывающие разлив нефтепродукта.

Качественные потери нефтепродуктов происходят смешения при небрежном или неправильном выполнении операций по приему, хранению и отпуску нефтепродуктов, когда различные сорта их смешиваются, от обводнения и загрязнения механическими примесями. Смешение может происходить также при недостаточном числе на нефтебазах технологических трубопроводов (перекачка разных сортов нефтепродуктов ведется по одному трубопроводу без соответствующей подготовки его и без учета распределения нефтепродуктов по родственным группам), при приеме нефтепродуктов в резервуары, имеющие нестандартные остатки нефтепродуктов или неподготовленные к приему в соответствии с требованиями ГОСТ 1510–70, при не герметичности или неисправности резервуарной и трубопроводной арматуры.

Количественно-качественные потери представляют собой главным образом потери нефтепродуктов от испарения.

В практике эксплуатации ПОН наиболее часто встречаются потери нефти от испарения при хранении, наполнении резервуара, а также при его опорожнении. Рассмотрим эти потери более подробно.

Потери нефти от испарения при заполнении или опорожнении резервуара «малые дыхания».

Данные потери происходят вследствие разности давлений атмосферного и давления внутри резервуара.

При заполнении резервуара нефтепродуктом происходит интенсивное насыщение газового пространства резервуара парами нефти, при этом давление в газовом пространстве возрастает за счёт подкачки нефти. При достижении давления в газовом пространстве определённой величины, срабатывает дыхательный клапан, газовая смесь выходит в атмосферу. Происходит «большой выдох»

При опорожнении резервуара в газовом пространстве происходит разряжение при этом свежий воздух через дыхательный клапан поступает в резервуар. Происходит «большой вдох».

При эксплуатации резервуара в течении суток температура окружающего воздуха, состояние облачности, и другие погодные условия могут существенно меняться. В большинстве случаев это приводит к увеличению температуры в газовом пространстве, вследствие чего увеличивается процесс насыщения газового пространства лёгкими фракциями нефти.

При этом увеличивается давление в газовом пространстве. При достижении давления в газовом пространстве определённой величины, срабатывает дыхательный клапан, газовая смесь выходит в атмосферу. Происходит «малое дыхание», в зависимости от того, в какую сторону произошло изменение температуры (уменьшение или увеличение), можем наблюдать «вдох» или «выдох».

Величина потерь от «малых и больших дыханий» резервуаров зависит от ряда факторов: климатических условий, температурного режима хранилищ, конструкции и оборудования емкостей, наличия или отсутствия улавливающих газосборных обвязок, соотношения размеров и степени заполнения резервуара, свойств хранимого нефтепродукта, допустимого давления в газовом пространстве, цвета и качества окраски резервуаров. Наибольшее влияние на величину потерь оказывают климатические условия, размеры, тип и режим работы резервуара, а также свойства нефтепродукта. Основная причина потерь нефтепродуктов от испарения – резкое несоответствие между свойствами нефтепродуктов, конструкцией и оборудованием резервуаров.

Количественно потери (в %) распределяются примерно следующим образом: потери на нефтепромыслах – 2,5, на нефтеперерабатывающих заводах – 2,5, при транспорте и хранении нефти и нефтепродуктов на нефтебазах – 2.

При заполнении резервуара бензином на каждый закачанный 1 м³ бензина через дыхательный клапан резервуара вытесняется в атмосферу в летнее время примерно 0,55 кг/м³, в зимнее – 0,35 кг/м³ бензина.

Таким образом в средней зоне при заполнении резервуара вместимостью 5000 м³ бензином теряется летом около 2,5 т, а зимой 1,7 т бензина.

Среднегодовые потери от испарения бензина при хранении его в типовых резервуарах приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Средне годовые потери бензина (в т) от испарения при хранении его в типовых резервуарах

Вместимость резервуара,	Южная зона			Северная зона		
	Оборачиваемость резервуара в год					
	12	48	96	12	48	96
400	4,8	12,4	22,6	2,9	9,4	15,9
1000	11,5	29,4	58,4	6,7	19,4	36,4
2000	22,2	55,6	100,3	12,6	35,5	66,0
3000	34,8	88,3	159,7	20,5	157,9	107,0
5000	50,4	126,2	227,2	28,4	80,8	150,6

Последние исследования показали, что среднегодовые потери дизельного топлива при длительном хранении в наземных резервуарах для всех климатических зон практически одинаковы и составляют в среднем $1,4 \text{ кг/м}^3$ парового пространства, тогда как эти потери при хранении в полуподземных резервуарах составляют в среднем лишь $0,5 \text{ кг/м}^3$ парового пространства. Среднегодовые потери авиационных и автомобильных бензинов значительно больше и за месяц хранения в наземных вертикальных резервуарах по данным тех же исследований составляют $2,19 \text{ кг/м}^3$.

Литература:

1. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
2. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
3. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
4. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 17
5. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Современные проблемы теплофизики и энергетики. Материалы III международной конференции. – М., 2020. – С. 413–415.
6. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Леонова Т.А. Использование гелиосистем в теплоснабжении объектов Краснодарского края // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 12–15.
7. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Снижение вредных выбросов в атмосферу при сжигании жидких топлив // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 16–19.
8. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Декусарова А.Р. Использование тепловых труб в системах охлаждения аппаратов воздушного охлаждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 20–23.
9. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Бальжунист О.С. Анализ экологического состояния атмосферы при эксплуатации газотранспортных объектов // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 24–26.
10. Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Применение тепловых труб на КС // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.

Literature:

1. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

2. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // In the collection: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
3. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
4. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In Proceedings: Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering. Proceedings of the III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
6. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. The use of solar systems in heat supply of objects of the Krasnodar Territory // In the collection: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 12–15.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. Reducing harmful emissions into the atmosphere when burning liquid fuels // In the collection: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 16–19.
8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems for air-cooled devices // In the collection: materials of the International scientific-practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 20–23.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Balzhunist O.S. Analysis of the ecological state of the atmosphere during the operation of gas transmission facilities // In the collection: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 24–26.
10. Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. The use of heat pipes at the compressor station // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 27–29.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ

OPERATION OF UNDERWATER CROSSINGS

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Хапова Милена Хажмуратовна

студентка 2 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
milka.bars.25@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается эксплуатация продуктов по подводным переходам. Особенности их устройства, контроль и некоторые мероприятия, направленные на обеспечение безаварийной работы подводных переходов в разное время года, так как нормальный режим работы подводных переходов должен обеспечивать непрерывную перекачку продукта.

Ключевые слова: нефть транспортировка нефти подводные переходы.

Tereshenko Ivan Anatolievich

Senior Lecturer of the Department of Oil and Gaz Equipment,
Kuban State University of Technology
ongptr@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of Heat Power Engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Напова Милена Хажмуратовна

2rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
milka.bars.25@gmail.com

Annotation. The article discusses the operation of products for underwater crossings. Features of their design, control and some measures aimed at ensuring the trouble-free operation of underwater crossings at different times of the year, since the normal operation of underwater crossings should ensure continuous pumping of the product, safety of navigation and environmental protection.

Keywords: petroleum transportation underwater crossings.

Нормальный режим эксплуатации ПП должен обеспечивать непрерывную перекачку продукта, безопасность судоходства и защиту окружающей среды. Для этого выполняются:

- систематический контроль за давлением на основной и резервных нитках перехода и периодическая очистка внутренней полости трубопровода от отложений;
- поддержание установленных проектом отметок заглубления подводного трубопровода;
- систематическое обследование технического состояния подводных трубопроводов и перехода в целом;
- контроль за наличием и исправностью информационных знаков ограждения перехода, сохранностью реперов, ледозащитных устройств.

При нормальной работе трубопровода все его нитки должны находиться в работе. В целях промывки не реже одного раза в год нитки трубопровода отключают путем закрытия задвижек с одной стороны перехода на 2–3 суток и направляют поток нефти поочередно по каждой нитке. Причем при необходимости полного отключения одной нитки следует предусмотреть меры, предупреждающие повышение давления в трубопроводе от температурных воздействий.

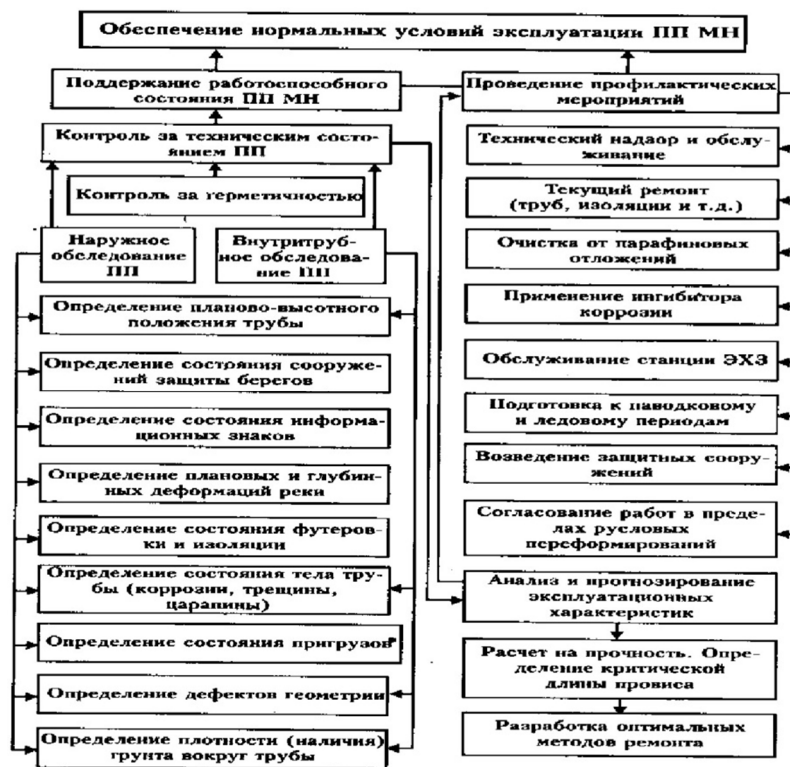


Схема 1 – Обеспечение нормальных условий эксплуатации ППМН

Кроме того, на подводный переход через судоходные реки, а также на многониточные переходы составляется технический паспорт по установленной форме. На остальные переходы через водные преграды делается учетная карточка. На проектируемые и вновь строящиеся ПП паспорт составляется на стадии их проектирования и строительства и передается заказчику вместе с исполнительной документацией на стадии приемки в эксплуатацию ПП.

Организация, эксплуатирующая подводный переход, разрабатывает и утверждает конкретный план мероприятий по обеспечению безаварийной работы ПП в осенне-зимний и весенне-паводковый периоды.

В плане подготовки к эксплуатации ПП в зимних условиях предусматривают:

- ревизию и ремонт запорной арматуры со сменой летней смазки на зимнюю;
- проверку арматуры на полное открытие и закрытие, покраску;
- восстановление противопожарных сооружений;

- промывку тупиковых и непроточных участков, арматуры;
- приоткрытие задвижек тупиковых участков, камер пуска (приема) очистных устройств;

- установку указателей, вешек и вантузов на случай занесения их снегом и другие мероприятия по обеспечению бесперебойной работы ПП в зимних условиях.

В плане мероприятий по подготовке к весеннему паводку предусматривают:

- создание временных опорных пунктов в отдельных труднодоступных местах трассы нефтепровода с оснащением необходимой техникой, материалами и инструментами;

- подготовку аварийно-ремонтной техники;

- ремонт и укрепление береговых колодцев ПП;

- замену смазки редукторов, проверку запорной арматуры на полное открытие и закрытие;

- создание необходимого запаса гравия, горючесмазочных и других материалов;

- восстановление водопропускных устройств, противоаварийных сооружений, очистку их от снега;

- ремонт ледорезов в местах возможных заторов льда;

- обрубку льда в урезах рек над ПП;

- подготовку плавучих средств и средств сбора нефти с водной поверхности;

- подготовку дорог для проезда аварийно-ремонтной техники;

- подготовку вертолетных площадок (если имеются).

Все мероприятия по подготовке к паводку согласовываются с паводковыми комиссиями местных органов власти по местам прохождения трубопроводов.

Для каждого ПП разрабатывается план ликвидации возможных аварий (отказов) в соответствии с фактическим его состоянием. План ликвидации аварий (отказов) с перечнем мероприятий доводится до всех служб, задействованных при ликвидации возможных отказов. Также в целях повышения практических навыков ликвидации аварий ежегодно проводятся учебные тренировки по плану ликвидации возможных аварий.

Работоспособность ПП на заданном техническом уровне обеспечивается путем проведения мероприятий планового технического обслуживания и ремонта согласно утвержденным регламентным работам. Устанавливаются следующие мероприятия технического обслуживания и ремонта:

- техническое обслуживание;

- контроль за техническим состоянием;

- текущий ремонт;

- капитальный ремонт.

Планирование объемов и сроков выполнения мероприятий ТОР осуществляется в соответствии с Системой планово-предупредительного ремонта перехода и его фактического технического состояния. Планирование мероприятий ТОР производится с целью определения времени простоя трубопровода в ремонте, необходимых объемов финансирования, потребностей в затратах труда, материалов и оборудования, а также координации своевременного решения вопросов с посторонними организациями. Объем и сроки проведения ТОР привязаны к конкретным объектам и обычно отражены в планах-графиках ТОР.

План-график ТОР ПП составляется на основании фактического технического состояния ПП и периодичности работ.

На основании плана-графика исполнители составляют для каждого мероприятия (техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт, обследование технического состояния, диагностическое обследование) подробный перечень работ, подлежащих выполнению в предстоящий период.

Все мероприятия технического обслуживания и текущего ремонта ПП выполняются, как правило, без остановки перекачки со снижением давления, за исключением отдельных операций по ремонту запорной арматуры на берегах.

На работы, связанные с необходимостью остановки трубопровода, составляется подробный план производства работ с обоснованием планируемого времени остановки, расчетом потребного количества специальной техники, персонала и т.д.

Литература:

1. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
2. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
3. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
4. Колесников Б.П., Магомадов А.С., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной теплопроводности нефтеносных грунтов // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО «КубГТУ» . – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 69–73.
5. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Современные проблемы теплофизики и энергетики. Материалы III международной конференции. – М., 2020. – С. 413–415.
6. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Леонова Т.А. Использование гелиосистем в теплоснабжении объектов Краснодарского края // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 12–15.
7. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Снижение вредных выбросов в атмосферу при сжигании жидких топлив // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 16–19.
8. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Декусарова А.Р. Использование тепловых труб в системах охлаждения аппаратов воздушного охлаждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 20–23.
9. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Бальжунист О.С. Анализ экологического состояния атмосферы при эксплуатации газотранспортных объектов // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 24–26.
10. Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Применение тепловых труб на КС // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.

Literature:

1. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
2. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereshchenko-Ko [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
3. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

4. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Prediction of effective thermal conductivity of oil-bearing soils // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 69–73.
5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In Proceedings: Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering. Proceedings of the III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
6. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. The use of solar systems in heat supply of objects of the Krasnodar Territory // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 12–15.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. Reducing harmful emissions into the atmosphere when burning liquid fuels // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 16–19.
8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems for air-cooled devices // Referatotech: materials of the International scientific-practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 20–23.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Balzhunist O.S. Analysis of the ecological state of the atmosphere during the operation of gas transmission facilities // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 24–26.
10. Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. The use of heat pipes at the compressor station // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 27–29.

ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

PRESSURE MEASUREMENT

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Хапова Милена Хажмуратовна

студентка 2 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
milka.bars.25@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные типы приборов для измерения давления на различных промышленных объектах. Описаны принципы действия сильфонного дифманометра, его устройство и конструкционные особенности, также приборы контроля перепада давлений.

Ключевые слова: давление манометр дифманометр перепад давлений измерение давления.

Tereshenko Ivan Anatolievich

Senior Lecturer of the Department of Oil and Gaz Equipment,
Kuban State University of Technology
ongptr@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of Heat Power Engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Напова Милена Хажмуратовна

2rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
milka.bars.25@gmail.com

Annotation. The article discusses the main types of instruments for measuring pressure at various industrial facilities. The principles of operation of a bellows differential pressure gauge, its structure and design features, as well as pressure drop control devices are described.

Keywords: pressure manometer differential pressure gauge differential pressure measuring pressure.

Измерение давлений и перепада давлений производится манометрами и дифманометрами, которые устанавливаются на щите вблизи агрегата или по месту. Для измерения перепада давления на сетке датчика образования льда используется сильфонный дифманометр типа ДСП-778-Н. Принцип действия сильфонного блока основан на зависимости между измеряемым перепадом давления и упругой деформацией винтовых цилиндрических пружин сильфона. Датчик образования льда представ-

ляет собой сетку, встроенную в инжектор. Инжектор установлен на наружной стороне камеры воздухоочистительного устройства после пылеулавливающих сеток. К инжектору подводится сжатый воздух из осевого компрессора, который, расширяясь, подсасывает воздух из камеры фильтров. При условиях, благоприятствующих образованию льда на лопатках входного направляющего аппарата осевого компрессора, на сетке датчика образуется лед, что сопровождается увеличением перепада давлений на сетке, который фиксируется дифманометром.

Для контроля перепада давлений газа на кране 1, «масло-газ» в системе уплотнения нагнетателя, масла на фильтрах тонкой очистки и воздуха на фильтрах в системе регулирования используется реле давления дифференциальное типа РДД-1. Основная задача реле – выдать электрический сигнал при достижении установленного значения. Пределы настройки разности давлений, при которой срабатывает реле, от 0,03 до 0,63 МПа. Статическое давление рабочей среды не более 8,8 МПа.

Степень разрежения перед осевым компрессором определяется с помощью датчика тяги ДТ-250, принцип действия которого основан на уравнивании силы, создаваемой разрежением контролируемой среды на чувствительный элемент (мембрану), силами упругих деформаций винтовой пружины. Датчик изготавливается с зоной нечувствительности, направленной в сторону повышения (относительно уставки) разрежения контролируемой среды. Установка производится по шкале датчика или по контрольному манометру при прямом срабатывании микропереключателя.

Защита по осевому сдвигу осуществляется с помощью двух электроконтактных манометров (осевой сдвиг ТНД – одним манометром), нормально разомкнутые контакты которых запараллелены и замыкаются в зависимости от направления смещения. Для непрерывного преобразования давлений газа на входе и выходе нагнетателя в пропорциональный электрический сигнал используются взрывозащищенные манометры типа МП с выходным электрическим аналоговым сигналом 0–20 мА постоянного тока. Датчики построены на принципе электрической силовой компенсации и состоят из трех унифицированных блоков: измерительного блока, электросилового преобразователя и полупроводникового усилителя.

Принцип действия преобразователя основан на использовании тензоэффекта в полупроводниках. Воздействие измеряемого параметра вызывает изменение сопротивления тензорезисторов, нанесенных на чувствительный элемент тензомодуля, который размещен внутри измерительного блока первичного преобразователя. Это изменение сопротивления тензорезисторов преобразуется с помощью встроенного электронного устройства в пропорциональный токовый выходной сигнал первичного преобразователя. Указанный выходной сигнал преобразуется в унифицированный токовый сигнал 0–20 мА.

Таблица 1 – Измерение давления

Контролируемый параметр	Номинальное значение	Единица измерения
Давление газа после кр № 12	15 ± 1	кгс/см ²
	1,5 ± 0,1	МПа
Давление продуктов сгорания перед ТВД	3 ± 0,5	кгс/см ²
	0,3 ± 0,05	МПа
Давление газа перед нагнетателем	52 ± 5	кгс/см ²
	5,2 ± 0,5	МПа
Давление масла перед маслоохлаждением	6 ± 1	кгс/см ²
	0,6 ± 0,1	МПа
Давление воздуха предельной защиты	1,45 ± 0,1	кг/см ²
	0,145 ± 0,01	МПа

Литература:

1. Арушанян Р.Р., Кочарян Е.В. Исследование теплопроводности тепловой трубы // Сборник лучших научных трудов молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах – Краснодар, 2018. – С. 29–30.

2. Колесников Б.П., Магомадов А.С., Арушанян Р.Р. Расчет коэффициента сопротивления диффузии нефтеносных грунтов на принципах статистики пористых тел теории перколяции // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 77–81.
3. Колесников Б.П., Магомадов А.С., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной теплопроводности нефтеносных грунтов // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 69–73.
4. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и на транспорте – 2020, труды XXVIII Международной конференции. – 2020. – С. 144–146.
5. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Современные проблемы теплофизики и энергетики. Материалы III международной конференции. – М., 2020. – С. 413–415.
6. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Леонова Т.А. Использование гелиосистем в теплоснабжении объектов Краснодарского края // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 12–15.
7. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Снижение вредных выбросов в атмосферу при сжигании жидких топлив // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 16–19.
8. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Декусарова А.Р. Использование тепловых труб в системах охлаждения аппаратов воздушного охлаждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 20–23.
9. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Бальжунист О.С. Анализ экологического состояния атмосферы при эксплуатации газотранспортных объектов // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 24–26.
10. Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Применение тепловых труб на КС // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.
11. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
12. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
13. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
14. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

Literature:

1. Arushanyan R.R., Kocharyan E.V. Investigation of the thermal conductivity of a heat pipe // In the Collection: Collection of the best scientific works of young scientists of the Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar, 2018. – P. 29–30.
2. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Calculation of the diffusion resistance coefficient of oil-bearing soils on the principles of statistics of porous bodies of the theory of percolation // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific and Practical Conference / FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 77–81.
3. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Prediction of effective thermal conductivity of oil-bearing soils // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 69–73.
4. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In the collection: Laser-information technologies in medicine, biology, geocology and transport – 2020, Proceedings of XXVIII International Conference. – 2020. – P. 144–146.
5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In Proceedings: Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering. Proceedings of the III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
6. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. The use of solar systems in heat supply of objects of the Krasnodar Territory // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 12–15.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. Reducing harmful emissions into the atmosphere when burning liquid fuels // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 16–19.
8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems for air-cooled devices // In the collection: materials of the International scientific-practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 20–23.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Balzhunist O.S. Analysis of the ecological state of the atmosphere during the operation of gas transmission facilities // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 24–26.
10. Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. The use of heat pipes at the compressor station // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 27–29.
11. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
12. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
13. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
14. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

TEMPERATURE MEASUREMENT

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Хапова Милена Хажмуратовна

студентка 2 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
milka.bars.25@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются приборы для измерения температуры, их основные типы, применение и конструктивные особенности. Температура является основным параметром измерения на многих предприятиях, потому знание оборудования необходимо большому кругу специалистов.

Ключевые слова: температура термопреобразователь термомпара параметры.

Tereshenko Ivan Anatolievich

Senior Lecturer of the Department of Oil and Gaz Equipment,
Kuban State University of Technology
ongptr@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of Heat Power Engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Напова Милена Хажмуратовна

2rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
milka.bars.25@gmail.com

Annotation. The article discusses devices for measuring temperature, their main types, application and design features. Temperature is the main measurement parameter in many enterprises, therefore, knowledge of the equipment is necessary for a large circle of specialists.

Keywords: temperature thermal converter thermocouple parameters.

Для измерения температуры вкладышей подшипников, масла и воздуха используются термопреобразователи сопротивления. В этих датчиках используется свойство проводника, из которого изготовлен чувствительный элемент, изменять свое сопротивление в зависимости от температуры. Сопротивление измеряется вторичным прибором, где преобразуется в аналоговый сигнал электрического тока или в перемещение указателя прибора.

Термопреобразователи сопротивления различаются по типу чувствительного элемента (медные или платиновые), по конструктивному исполнению, инертности и некоторым другим характеристикам. Термопреобразователи типа ТСП–5071 и ТСМ–5071 используются на ГПА для контроля температуры жидких и газообразных сред.

Инертность термопреобразователей такого типа лежит в пределах 20–40 С. В подшипниках агрегата устанавливаются преобразователи типа ТСП–309, ТСМ–6095 или миниатюрные типа ТСП–410 и ТСМ–410, имеющие наружный диаметр 5 мм. В каждом опорном подшипнике установлено два термопреобразователя, а в каждом упорном – четыре (два в установочных колодках и два в рабочих). Благодаря установке термопреобразователей в непосредственной близости от рабочих поверхностей подшипников и их малой инерционности, измерение и защита осуществляются с большой точностью и быстродействием. В установке А–705–15–03 для каждого преобразователя предусмотрен отдельный канал измерения и защиты с формированием двух специальных сигналов по температуре – предупреждающего и аварийного.

К числу важнейших параметров, по которым судят о режиме агрегата, относится температура продуктов сгорания. Измерение этого параметра и защита от превышении температуры производятся с помощью преобразователей термоэлектрических (термопар). Принцип действия термопар основан на явлении возникновения в контуре, составленном из двух различных проводников, электродвижущей силы (ЭДС), пропорциональной разности температуры холодного и горячего спаев проводников.

Проводники, составляющие термопару – термоэлектроды, соединены на одном конце, а место соединения – горячий спай – помещается в торцевой части корпуса термопары. Конструкция горячего спаива определяет инертность термопары. Торцевая часть корпуса изготавливается тонкостенной и заполняется теплопроводным сплавом, например серебряным припоем, что обеспечивает хороший тепловой контакт между корпусом термопары и ее горячим спаем.

Для измерения температуры продуктов сгорания в агрегате ГТК–10–4 применяются малоинерционные хромель-алюмелевые термопары ТХА–280М. Они измеряют температуру продуктов сгорания после ТНД. Для получения температуры перед ТВД производится пересчет в специальном вычислительном устройстве установки А–705–15–03. В выхлопном патрубке ГТУ установлено равномерно по окружности восемь сдвоенных термопар.

Для измерения температуры воздуха до и после регенератора применяются термопары ТХА–0806. Эти термопары обладают большей инерцией, что в данном месте не имеет значения, зато отличаются надежностью и долговечностью.

Таблица 2 – Измерение температуры

Контролируемый параметр	Номинальное значение	Единица измерения
Температура продуктов сгорания в трубопроводах после ТНД к регенераторам № 1, 2	480 ± 10	°С
Температура подшипников ОК, ТВД, ТНД, нагнетателя	70 ± 10	°С
Температура масла в трубопроводе перед маслоохладителем	60 ± 5	°С
Температура воздуха перед регенераторами	150 ± 10	°С

Литература:

1. Арушанян Р.Р., Кочарян Е.В. Исследование теплопроводности тепловой трубы // Сборник лучших научных трудов молодых ученых Кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах – Краснодар, 2018. – С. 29–30.

2. Колесников Б.П., Магомадов А.С., Арушанян Р.Р. Расчет коэффициента сопротивления диффузии нефтеносных грунтов на принципах статистики пористых тел теории перколяции // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 77–81.

3. Колесников Б.П., Магомадов А.С., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной теплопроводности нефтеносных грунтов // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 69–73.

4. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии, геоэкологии и на транспорте – 2020, труды XXVIII Международной конференции. – 2020. – С. 144–146.

5. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Современные проблемы теплофизики и энергетики. Материалы III международной конференции. – М., 2020. – С. 413–415.

6. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Леонова Т.А. Использование гелиосистем в теплоснабжении объектов Краснодарского края // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 12–15.

7. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Снижение вредных выбросов в атмосферу при сжигании жидких топлив // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 16–19.

8. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Декусарова А.Р. Использование тепловых труб в системах охлаждения аппаратов воздушного охлаждения // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 20–23.

9. Андрейко Н.Г., Арушанян Р.Р., Бальжунист О.С. Анализ экологического состояния атмосферы при эксплуатации газотранспортных объектов // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 24–26.

10. Арушанян Р.Р., Штефанец А.В. Применение тепловых труб на КС // В сборнике : Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.

11. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

12. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

13. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.

14. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

Literature:

1. Arushanyan R.R., Kocharyan E.V. Investigation of the thermal conductivity of a heat pipe // In the Collection: Collection of the best scientific works of young scientists of the Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar, 2018. – P. 29–30.
2. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Calculation of the diffusion resistance coefficient of oil-bearing soils on the principles of statistics of porous bodies of the theory of percolation // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific and Practical Conference / FGBOU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 77–81.
3. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Prediction of effective thermal conductivity of oil-bearing soils // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 69–73.
4. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In the collection: Laser-information technologies in medicine, biology, geocology and transport – 2020, Proceedings of XXVIII International Conference. – 2020. – P. 144–146.
5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // In Proceedings: Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering. Proceedings of the III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
6. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. The use of solar systems in heat supply of objects of the Krasnodar Territory // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 12–15.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. Reducing harmful emissions into the atmosphere when burning liquid fuels // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 16–19.
8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems for air-cooled devices // Referatotech: materials of the International scientific-practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 20–23.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Balzhunist O.S. Analysis of the ecological state of the atmosphere during the operation of gas transmission facilities // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 24–26.
10. Arushanyan R.R., Shtefanets A.V. The use of heat pipes at the compressor station // Referatotech: materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 27–29.
11. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
12. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
13. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
14. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМЫ МАСЛОСНАБЖЕНИЯ КС

OPERATION OF THE COMPRESSOR STATION OIL SUPPLY SYSTEM

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Тараник Роман Алексеевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ttaranik.roma@mail.ru

Кулаченко Елена Сергеевна

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
elenakulac@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена типовая система маслоснабжения компрессорного цеха, приведены основные характеристики данной системы.

Ключевые слова: компрессорная станция, компрессорный цех, маслосистема, очистка, турбинное масло, газоперекачивающие агрегаты.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Taranik Roman Alekseevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ttaranik.roma@mail.ru

Kulachenko Elena Sergeevna

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan, Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
elenakulac@gmail.com

Annotation. A typical oil supply system of a compressor shop is considered, the main characteristics of this system are given.

Keywords: compressor station, compressor shop, oil system, cleaning, turbine oil, gas pumping units.

Система маслоснабжения компрессорного цеха обеспечивает: прием, хранение и контроль расхода турбинного масла; очистку отработанного масла; подачу турбинного масла к агрегатам; аварийный слив и перелив масла из маслобаков ГПА (рис. 1)

В состав системы маслоснабжения должны входить:

- склад масел вместимостью, обеспечивающей запас масла не менее трехмесячного расхода для всех потребителей;
- система маслопроводов чистого и отработанного масла цеха регенерации, а также от склада масел до потребителей;
- цех регенерации, оборудованный установками для очистки масел и насосами для подачи масла потребителям;
- система маслопроводов, арматуры и емкостей, обеспечивающие аварийный слив и перелив масла из маслобаков всех ГПА;
- блок подготовки и хранения антифриза;
- масло хозяйство КЦ;
- блок регенерации масляных фильтров.

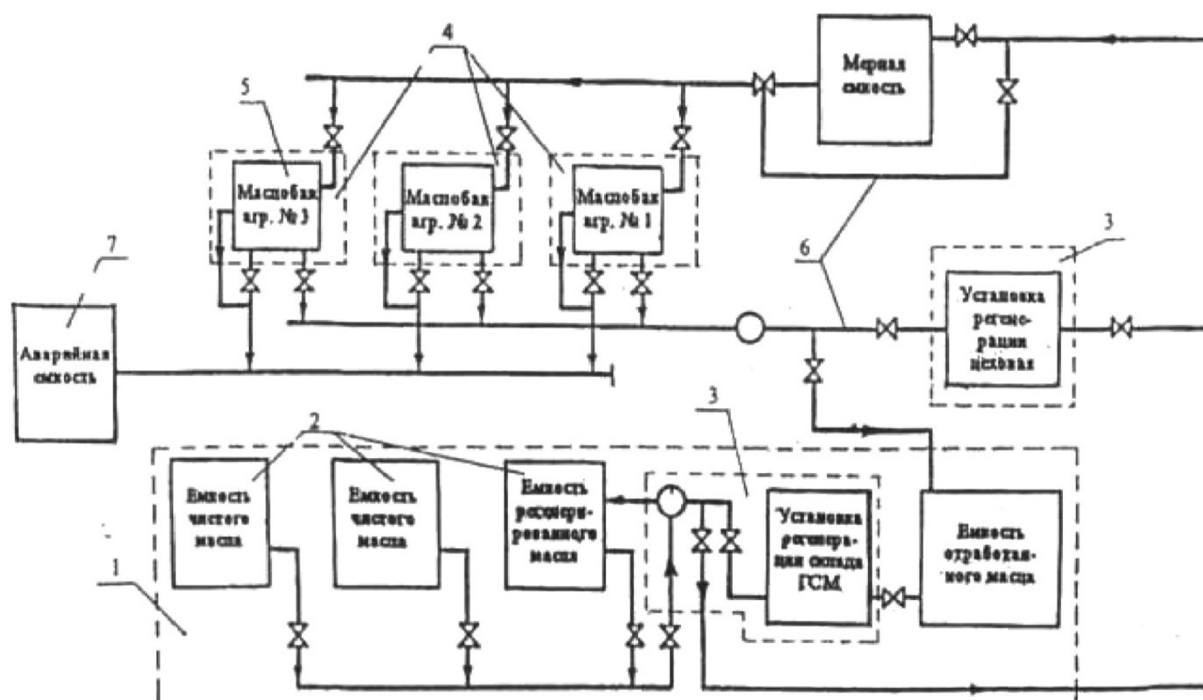


Рисунок 1 – Общецеховая маслосистема:

- 1 – склад ГСМ; 2 – емкости масляные; 3 – помещение маслогенерации;
4 – газоперекачивающие агрегаты; 5 – маслобак ГПА;
6 – маслопроводы; 7 – аварийная емкость

На складе масел должны быть установлены чистые емкости вместимостью 50 м³. Дополнительные емкости выбирают исходя из необходимости обеспечения аварийного запаса.

Система маслопроводов чистого и отработанного масла должна обеспечивать следующие схемы перекачек:

- подачу чистого масла из емкости непосредственно в маслобак агрегата;
- подачу чистого масла из емкости в мерный бак компрессорного цеха;
- слив отработанного масла из маслобаков на установку очистки масла;
- слив очищенного масла в отдельную емкость;
- аварийный слив и перелив масла из маслобака агрегата при пожаре в аварийную емкость.

Газотурбинные ГПА со стационарными ГТУ имеют, как правило, общую масляную систему для ГТУ и нагнетателя, использующую общий тип масла. ГПА с транспортными ГТД – две масляные системы, а иногда даже три: для ГТД, силовой турбины и нагнетателя.

В зависимости от назначения, давление масла имеет следующие значения: для смазки опорных подшипников 0,05–0,7 МПа (по манометру); для опорных подшипников 0,5–0,7 МПа; для уплотнения нагнетателей 1,2–7 МПа; для системы регулирования 0,5–1,5 МПа. Это влияет на сложность схемы маслоснабжения и число насосов. Применяемые схемы отличаются разнообразием, но основным требованием к ним является надежность маслоснабжения. Устройство масляной системы влияет на пожаробезопасность агрегата. Запорная арматура аварийного слива масла из маслобаков ГПА должна быть автоматизирована.

Поступающие на КС смазочные и трансформаторные масла должны иметь паспорт и подвергаться сокращенному лабораторному испытанию (анализу) для определения соответствия их действующим нормам и условиям; визуально определяют наличие механических примесей и воды.

Получаемые промышленные масла и консистентные смазки должны подвергаться осмотру для обнаружения механических примесей и воды. У промышленных масел кроме этого, проверяют вязкость. В процессе хранения и эксплуатации масло должно периодически подвергаться визуальному контролю и сокращенному анализу, оно имеет срок годности: следует реализовать до истечения этого срока или заменить новым поступившим маслом.

В объем сокращенного анализа турбинного масла входит определение:

- кислотного числа;
- реакция водной вытяжки;
- наличие механических примесей, шлама и воды.

В объем сокращенного анализа трансформаторного масла входит определение:

- температуры вспышки;
- пробивного напряжения;
- кислотного числа;
- реакции водной вытяжки;
- наличия механических примесей.

Эксплуатационное масло должно удовлетворять действующим нормам и техническим условиям. Периодичность выполнения сокращенного анализа должно определяться инструкциями по эксплуатации. Для основного и вспомогательного оборудования КС должны быть установлены нормы расхода смазочных материалов и организован учет.

В соответствии с инструкциями по эксплуатации агрегатов турбинное масло ГПА должно иметь температуру $t = 30\text{--}35$ °С. На КС турбинное масло охлаждается циркуляционной водой в водяных маслоохладителях или воздухом в АВО.

Система состоит из АВО, циркуляционных насосов, системы трубопроводов, запорной и предохранительной арматуры, фильтров и др.

При низких температурах окружающей среды в промежуточном контуре АВО вместо воды применяют антифриз. Перепад температур масла на входе и на выходе ГПА должен быть равен 15 ... 25 °С. Температура масла на сливе после подшипников равна 65 ... 75 °С. При температуре масла ниже 45 °С происходит срыв масляного клина, и агрегат работает неустойчиво. При температуре выше + 85 °С срабатывает защита по высокой температуре масла.

Литература:

1. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
2. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
3. Борьба с пенообразованием в промышленных аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
4. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
5. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.
6. Эффективное решение для тампонирувания скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
7. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.
8. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.
9. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.
10. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненного транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.

Literature:

1. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereshchenko-Ko [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Краснодар, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
2. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

3. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
4. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
5. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing bio-diesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
6. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
7. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.
8. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – C. 32–37.
9. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of change in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.
10. Setting the sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.

МАСЛОСИСТЕМА НПС

OIL SYSTEM OF OIL PUMPING STATION

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Тараник Роман Алексеевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ttaranik.roma@mail.ru

Кулаченко Елена Сергеевна

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
elenakulac@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена типовая маслосистема НПС, представлены основные режимы работы, отображены основные параметры систем маслоснабжения.

Ключевые слова: насосная станция, маслобак, температура масла, шестеренный насос, автоматический запуск.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Taranik Roman Alekseevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ttaranik.roma@mail.ru

Kulachenko Elena Sergeevna

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
elenakulac@gmail.com

Annotation. A typical oil pumping station oil system is considered, the main operating modes are presented, the main parameters of oil supply systems are displayed.

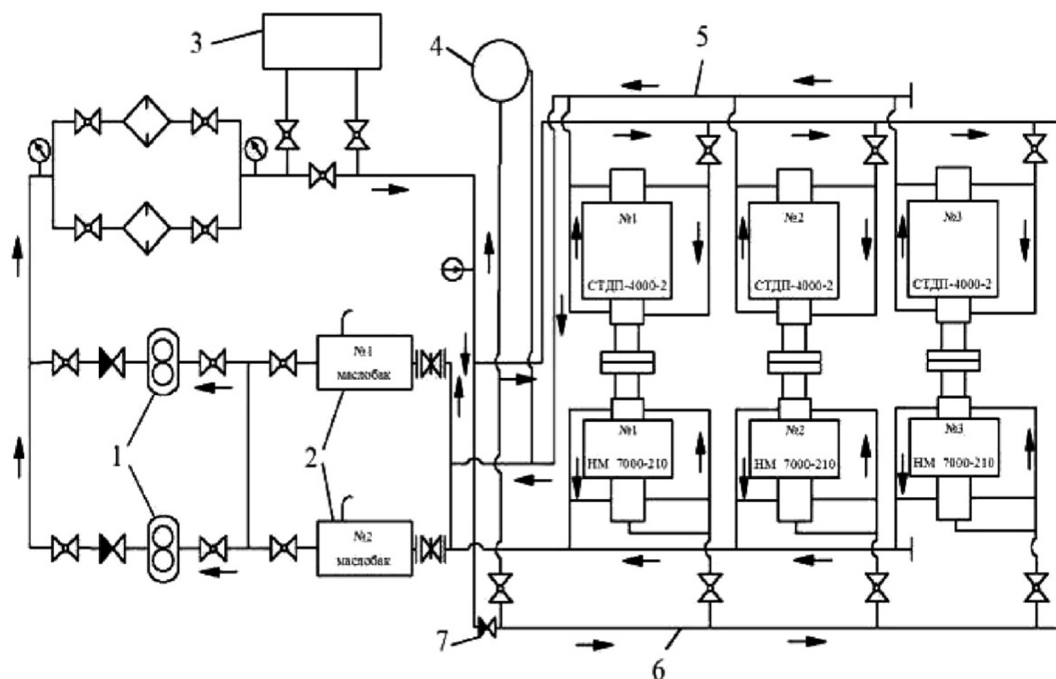
Keywords: pumping station, oil tank, oil temperature, gear pump, automatic start.

Система маслоснабжения предназначена для принудительной смазки и охлаждения подшипников скольжения и качения магистральных насосных агрегатов, работающих в системе нефтеперекачивающей станции НПС.

Система смазки магистральных насосных агрегатов состоит из рабочего и резервного масляных насосов, маслопроводов, оборудованных фильтрами очистки масла, рабочего и резервного маслобаков, аккумулирующего маслобака, маслоохладителей и запорной арматуры.

Масло с основного маслобака забирается работающим маслонасосом шестеренчатого типа, проходит через маслофильтр, подается на маслоохладители, откуда поступает на смазку подшипников магистральных агрегатов и на заполнение аккумулирующего маслобака. В случае отключения маслонасосов, масло под действием гидростатического давления из аккумулирующего маслобака подается на смазку подшипников МА, обеспечивая выбег насосного агрегата в течение 10 минут.

Температура масла в общем коллекторе перед поступлением на магистральные насосные агрегаты должна находиться в интервале от + 20 °С до + 70 °С, при превышении температуры масла на выходе из маслоохладителя более + 70 °С, автоматически включаются дополнительные вентиляторы обдува. При низкой температуре масла допускается работа маслосистемы, минуя маслоохладители.



- 1 – шестеренный насос; 2 – маслобак; 3 – аппарат воздушного охлаждения масла;
4 – бак аккумулирующий; 5 – трубопровод отводящий;
6 – трубопровод подводящий; 7 – клапан обратный; 8 – маслофильтры

Рисунок 1 – Схема системы маслоснабжения НПС

В систему маслоснабжения входят следующие элементы: насос шестерёнчатый с электродвигателем; бак масляный – представляет собой ёмкость сварной конструкции. На крышке бака имеется воздушник для вентиляции внутренней полости и жезл для визуального замера уровня масла в баке. Внутри бака имеются три перегородки для уменьшения пенообразования, дно имеет уклон в одну сторону для улучшения условий опорожнения и очистки, нему приварены лапы крепления к фундаменту и крюки для подъёма; маслоохладитель; фильтр масляный; бак аккумулирующий – предназначен для подачи масла к подшипникам насосного агрегата во время его выбега при отключении шестеренчатого насоса; маслоустановка выполнена со 100 процентным резервом. Масло подаётся из маслобака маслонасосом в фильтр и через маслоохладитель поступает по маслопроводу на смазку подшипников насосного агрегата. После прохождения через подшипники насосных агрегатов масло по сливному трубопроводу сливается в маслобак. В случае отключения шестеренчатого маслонасоса масло под действием гидростатического давления из аккумулирующего бака подаётся на смазку подшипников насосных агрегатов.

Запуск в работу маслонасосов осуществляется как в автоматическом режиме в операторной, так и в ручном режиме по месту в цехе.

Можно выделить следующие режимы управления для агрегатов маслосистемы:

- основной – агрегат назначается в качестве основного при работе в автоматическом режиме;
- резервный – автоматический запуск резервного маслонасоса (АВР) взамен неисправного основного;
- ручной – режим индивидуального управления агрегатом кнопками по месту;
- кнопочный – режим кнопочного управления, подразумевающий индивидуальное управление агрегатом через клавиатуру;
- ремонт – насос выведен в ремонт.

Эксплуатационное масло должно удовлетворять действующим нормам и техническим условиям. Периодичность выполнения сокращенного анализа должно определяться инструкциями по эксплуатации. Для основного и вспомогательного оборудования НПС должны быть установлены нормы расхода смазочных материалов и организован учет.

Литература:

1. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
2. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
3. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
4. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
5. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.

6. Эффективное решение для тампонирования скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
7. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.
8. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.
9. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.
10. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненного транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.
11. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.
12. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

Literature:

1. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // In the collection: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
2. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
3. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
4. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
5. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
6. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.

7. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.
8. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – C. 32–37.
9. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of change in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.
10. Setting the sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.
11. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of changes in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.
12. Analysis of technical state of apparatuses for gathering and preparation of well products and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar region / A.V. Poliakov [et al.] // In the collection: Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.

НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КИСЛОТНЫХ ОБРАБОТОК

PURPOSE AND CONDITIONS FOR ACID TREATMENTS

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Представлено назначение кислотных обработок, отражены основные особенности и способы применения различных кислот.

Ключевые слова: соляная кислота, карбонатные породы, силикатные породы, химические реакции, растворимость, продукция скважин.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
ongptr@mail.ru

Annotation. The purpose of acid treatments is presented, the main features and methods of using various acids are reflected.

Keywords: hydrochloric acid, carbonate rocks, silicate rocks, chemical reactions, solubility, well production.

Н азначение соляной кислоты HCl – растворение карбонатных пород, карбонатных породообразующих минералов, а также привнесенных в пласт загрязняющих частиц.

Уравнения химической реакции соляной кислоты с карбонатными породами следующие:

- с известняками: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- с доломитами: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 + 4\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$.

Полученные в результате реакции хлористый кальций CaCl_2 и хлористый магний MgCl_2 хорошо растворяются в воде и легко удаляются из призабойной зоны пласта вместе с продукцией скважины; в пласте образуются новые пустоты и каналы.

Обычно применяют соляную кислоту 8–15 %-й концентрации. Применение большей концентрации не рекомендуется из-за сильной коррозии и возможности растворения гипса с последующим закупориванием пласта.

Концентрация соляной кислоты при соляно-кислотных обработках:

- 8–10 % – для песчаников с карбонатным цементом;
- 10–12 % – для карбонатной породы высокой проницаемости при низком пластовом давлении;
- 12–15 % – для карбонатной породы низкой проницаемости при высоком пластовом давлении.

Глинокислоту нельзя применять для воздействия на карбонатные породы и песчаники с большим количеством карбонатного цемента, так как при этом образуется слизистый осадок фтористого кальция, закупоривающий поры пород.

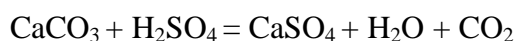
Уравнение химической реакции плавиковой кислоты с карбонатом кальция следующее:



Уксусная кислота CH_3COOH добавляется в соляную кислоту для замедления скорости растворения карбонатной породы. Это обеспечивает более глубокое внедрение в поры породы еще активного раствора соляной кислоты. Уксусная кислота также предотвращает выпадение в осадок гидрата оксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$, растворяет карбонатную породу, хотя и в меньшей степени (в 1,64 раза), чем соляная кислота. Учитывая это, а также высокую стоимость, основное назначение уксусной кислоты сводится к стабилизации раствора соляной кислоты от выпадения железистых осадков и замедлению скорости реакции кислоты с породой.

Концентрированная серная кислота предназначена для воздействия на песчаники. При этом снижается вязкость нефти за счет теплоты, выделяющейся в процессе смешения серной кислоты с водой, и увеличивается производительность скважины. При смешении серной кислоты с нефтью образуется ПАВ, что также способствует улучшению притока нефти из пласта в скважину.

Серную кислоту не рекомендуется применять для воздействия на карбонатные породы, так как при их взаимодействии образуется нерастворимый в воде сульфат кальция CaSO_4 . Уравнение химической реакции серной кислоты с карбонатной породой следующее:



При температуре пласта ниже 70°C сульфат кальция выпадает в осадок в виде гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Концентрированная (98 %) серная кислота не реагирует с металлом, но разбавление ее водой приводит к увеличению коррозии.

Угольную кислоту H_2CO_3 применяют для воздействия на породы, содержащие карбонаты кальция и магния, а также асфальто-смолистые осадки.

Обработка призабойной зоны пласта позволяет увеличить ее проницаемость, а, следовательно, и дебит скважин.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.

7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

8. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

9. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

6. Peculiarities of joints of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

7. Methods of welding pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

8. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereshchenkoko [et al.] // In the collection: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

9. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДВОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ

CLASSIFICATION OF UNDERWATER PIPELINE CROSSINGS

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Представлена классификация переходов через водные преграды, описаны основные конструктивные особенности при строительстве данных переходов.

Ключевые слова: подводные переходы, трубопроводов, русло реки, надежность, двухтрубная система, футеровка, межтрубное пространство.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
ongptr@mail.ru

Annotation. The classification of crossings over water obstacles is presented, the main design features during the construction of these crossings are described.

Keywords: underwater crossings, pipelines, river bed, reliability, two-pipe system, lining, annular space.

Условия работы и эксплуатационной надежности переходов трубопроводов через препятствия в решающей мере зависят от того, насколько полно учтены при проектировании и строительстве условия переформирования русла реки. Проанализировав источники по данной тематике, выбрана классификация, основанная на длительном изучении условий работы подводных трубопроводов в различных гидролого-морфологических условиях. Классификация учитывает тип руслового процесса, ширину реки, вид грунта, составляющего русло, скорость течения и другие показатели. Участки 1-го типа – участки, на которых глубинные переформирования незначительны. При полном проявлении деформаций русла трубопроводы в большинстве случаев на таких участках не размываются. К этой категории участков подводных переходов относятся малые реки (шириной до 50 м) ленточно-рядового, осередкового и побочного типов, а также средние и крупные реки с устойчивыми берегами и руслами (в скальных грунтах при толщине аллювиального слоя менее 1 м). Опасность размыва трубопровода обычно исключается, если глубина залегания превышает 1 м, а врезка в берег 3–5 м. Участки 2-го типа – наибольшие глубинные деформации до 2 м, плановые – до 10 м. К этой категории относятся участки переходов через средние и крупные реки ленточно-рядового и побочного типов. Участки 3-го типа – максимальные глубинные переформирования русла до 2 м и плановые переформирования до 100 м. К этой категории относятся участки подводных переходов через малые, средние и крупные реки с русловым процессом ограниченного, незавершенного и свободного типов меандрирования и пойменной многоруканности в зависимости от плановых переформирований. Возмож-

ные размывы участка перехода представляют большую опасность вследствие значительной трудности точного определения максимальных плановых переформирований. Имеется опасность повреждения трубопровода от гидродинамического воздействия потока, ледохода, а также якорями и волокушами судов и плотов (как правило, суда проходят по максимальным глубинам, расположенным у размывающего вогнутого берега и на поворотах реки). Участки 4-го типа – это участки рек с особыми формами руслового процесса: горные реки, селевые потоки, реки с ярко выраженным неустойчивым руслом (максимальные плановые и глубинные более 2 м переформирования могут происходить в течение нескольких дней, недель или месяцев). В каждом конкретном случае принимаются соответствующие решения по глубине заложения и врезке трубопровода в берега, учитывающие специфические условия водной преграды, а также целесообразность сооружения надводных переходов. На участках 1-го типа эксплуатация переходов, как правило, ведется без каких-либо осложнений; на участках 2-го и особенно 3-го типов размывы труб (при неправильном определении глубины заложения) очень часты. Эти размывы во многих случаях сопровождаются разрушениями труб. На участках 4-го типа строительство подводных трубопроводов не рекомендуется.

Подводный переход, как правило, представляет в плане двух или трехтрубную (или, как говорят проектировщики и строители, «ниточную») систему. Число труб может быть и большим. При меженном (среднем) уровне воды 75 м и более пересечение водной преграды рекомендуется осуществлять с обязательной укладкой резервной нитки и трубопровода. В порядке исключения при ширине рек более 75 м допускается при соответствующем обосновании укладка одниточного перехода. Подводный трубопровод заглубляется в грунт ниже возможной границы размыва дна реки и ее берегов. В этом случае не производится крепление дна; берега же реки обычно закрепляются. Если же трубопровод не может быть уложен ниже границ размыва, то участки, на которых возможен размыв, крепятся в обязательном порядке. В пределах длины подводного перехода желательно укладывать трубопроводы без кривых вставок предварительного гнутья, так как это усложняет условия строительства и статическую работу материала труб. Такие вставки вводят в трубопровод обычно при наличии высоких и крутых берегов. Иногда с целью повышения надежности трубопроводов над ними делают каменную отсыпку или укладывают железобетонные плиты, которые предохраняют трубы от механического повреждения волокушами плотов или якорями судов. Подводный трубопровод в поперечном сечении может оформляться различными способами, в зависимости от назначения. Нефте- и нефтепродуктопроводы обычно только изолируют и покрывают футеровкой, а иногда применяют двухтрубную конструкцию. Газопроводы могут сооружаться в виде однострунной и двухтрубной конструкции. При первой схеме трубу покрывают изоляцией и футеровкой. При схеме трубу покрывают изоляцией, футеровкой, а затем навешивают утяжеляющие грузы и скрепляют их болтами. Балластировка может производиться также бетоном.

Двухтрубная система с заполнением межтрубного пространства представляет собой две трубы, расположенные одна внутри другой. Пространство между ними заполняется цементно-песочным раствором или иным тяжелым заполнителем, свободно проникающим в межтрубное пространство. При этом применение утяжеляющих грунтов не требуется. К тому же прочность трубопровода оказывается почти в два раза выше, чем однострунного. Наружную трубу покрывают изоляцией. Для протаскивания внутренней трубы ее оснащают катками. Довольно редко, но все же применяются пакетные конструкции. В этом случае в одну траншею укладывают две и более трубы, соединенные между собой на берегу. При такой схеме укладки повреждение одной нитки может привести к повреждению других. В НТД обязательно указывается расстояние между подводными газопроводами: должно быть не менее 30 м при диаметре труб до 1000 мм и 50 м при диаметре более 1000 мм.

Подводные переходы являются наиболее ответственными участками трубопровода и поэтому их проектированию и сооружению уделяется особое внимание.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
11. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

Literature:

1. Reducing the loss of fluidity of high-viscosity oils by introducing depressants / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
5. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
8. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
9. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
10. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Materials of International nau-practical conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
11. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

ОПИСАНИЕ МЫХПАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

DESCRIPTION OF THE MYKHPAYSKOYE FIELD

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Представлено описание Мыхпайского месторождения, рассмотрены основные геологические структуры.

Ключевые слова: месторождение, структурно-тектонический этаж, аргиллиты, песчаники, разработка, эксплуатация.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
ongptr@mail.ru

Annotation. The description of the Mykhpayskoye field is presented, the main geological structures are considered.

Keywords: field, structural-tectonic level, mudstones, sandstones, development, operation.

В административном отношении Мыхпайское месторождение находится в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области в 750 км к северо-востоку от г. Тюмени и в 15 км от г. Нижневартовска.

В г. Нижневартовске имеется аэропорт, порт речного пароходства (период навигации с мая по октябрь) и станция железной дороги, связывающая г. Нижневартовск с городами Уренгой, Сургут, Тобольск, Тюмень. В районе развита сеть дорог с твердым покрытием, связывающая г. Нижневартовск с основными городами района.

Площадь месторождения расположена на водоразделе рек Вах, являющейся судходной, и Ватинского Егана, правых притоков р. Оби. Рельеф местности слабопересеченный, с абсолютными отметками + 45 – + 75 м. Площадь месторождения сильно заболочена, имеются многочисленные озера. Наиболее крупными озерами являются: Самотлор, Кымыл-Эмтор, Белое, Окунево, Калач, Проточное, Мысовое, Урманное и др. Многие озера и болота в зимний период не промерзают.

Геологический разрез месторождения представлен отложениями двух структурных комплексов: доюрских образований и мезозойско-кайнозойского осадочного чехла. Осадочные породы общей толщиной до 3 км залегают на размытой поверхности доюрского складчатого основания.

Отложения юрской системы представлены тремя отделами. Нижний и средний отделы представлены континентальными отложениями котухтинской и тюменской свитами. Верхний отдел (васюганская, георгиевская и баженовская свиты) представлен преимущественно морскими осадками.

Разрез меловых отложений расчленяется на ряд свит: мегионскую, ванденскую, алымскую, покурскую, кузнецовскую, березовскую и ганькинскую. Толщина отложений мелового возраста составляет 1900–1950 м.

Мегионская свита (берриасский-валанжинский ярусы) представлена мелководно-морскими глинами с прослоями песчаников и алевролитов. В основании свиты залегает ачимовская толща, сложенная песчано-алевритовыми породами.

В верхней части мегионской свиты залегает самотлорская пачка, характеризуется наличием ритмично чередующихся песчано-алевритовых пластов и глинистых разделов.

Ванденская свита (нижний валанжинский-барремский ярусы) сложена неравномерно чередующимися пластами песчаников, алевролитов и глин прибрежно-морского и континентального генезиса. Она состоит из двух подсвит.

Алымская (аптский ярус) свита является хорошим маркирующим горизонтом. Нижняя подсвита сложена песчаниками и алевролитами, разделенными пластами алевролитовых глин. Верхняя подсвита представлена тонкими, слабоалевритовыми глинами с редкими прослоями алевролитов. Является региональной покрывкой для проницаемых толщ неокома.

С отложениями свиты связан отражающий горизонт «М». Толщина свиты 55–70 м.

Тектоническое строение района Мыхпайского месторождения не отличается от тектонического строения Западно-Сибирской плиты, в пределах которой выделяют три структурных этажа.

Нижний – соответствует палеозойскому и допалеозойскому времени, соответствует геосинклинальному этапу развития.

Средний – пермо-триасового времени, формировался в период парогеосинклинали.

Верхний – мезо-кайнозойский осадочный чехол, формировавшийся в платформенных условиях длительного погружения фундамента.

Мыхпайское месторождение расположено в центральной части Западно-Сибирской плиты на восточном склоне структуры первого порядка Нижневартковского свода, в пределах Тарховского куполовидного поднятия, которое объединяет структуры III порядка – Самотлорскую, Мартовскую, Северо-Самотлорскую, Белозерскую, Черногорскую и др. Эти структуры оконтуриваются изогипсой – 2350–2375 м и имеют амплитуды 50–100 м.

В результате анализа структурных построений было установлено, что залежь пласта АВ11–2 раскрывается в сторону Аганского, Ватинского, Мегионского, Мыхпайского, Усть-Вахского поднятий. По пласту АВ2–3 залежь раскрывается в сторону Мыхпайского месторождения и отделена прогибом от соответствующих залежей Северо-Ватинского и Усть-Вахского месторождения по изогипсе – 1689 м, а от Аганского месторождения по изогипсе – 1685 м. Залежь пласта АВ2–3 раскрывается в сторону Мыхпайского месторождения и отделена от остальных упомянутых выше месторождений по изогипсе – 1685 м.

Анализ выполненных структурных построений по Мыхпайскому месторождению полностью подтвердил вывод об унаследованном характере развития структур в нижнемеловых и юрских отложениях на территории Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. В период формирования пластов группы АВ7–АВ1 активизация конседиментационных тектонических процессов и масштабные сдвиговые тектонические движения оказывали существенное влияние на формирование структурного плана и песчано-глинистых тел. Процессы сдвиговой тектоники в пределах Самотлорского месторождения, являвшегося масштабной динамически напряженной зоной, испытывающей сдвиг и сжатие, привели к формированию складок волочения с простиранием с юго-востока на северо-запад, большого числа локальных структур III–IV порядков, основного Самотлорского поднятия. Последующая (постседиментационная) сдвиговая тектоническая активность привела к смещению блоков в северо-восточном и юго-западном направлениях.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
9. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
10. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.
11. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

8. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Materials of International nau-practical conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

9. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereshchenko [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

10. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

11. Polyakov A.V., Tereshchenko I.A., Litra A.N. Modeling of changes in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.

ОПИСАНИЕ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

DESCRIPTION OF THE SAMOTLOR DEPOSIT

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Представлено описание Самотлорского месторождения, рассмотрены основные геологические структуры.

Ключевые слова: месторождение, структурно-тектонический этаж, аргиллиты, песчаники, разработка, эксплуатация.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity

Annotation. The description of the Samotlor deposit is presented, the main geological structures are considered.

Keywords: deposit, structural-tectonic floor, mudstones, sandstones, development, operation.

С амотлорское нефтегазовое месторождение находится в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области, в 750 км к северо-востоку от г. Тюмени и в 15 км от г. Нижневартовска. В непосредственной близости к рассматриваемому месторождению располагаются разрабатываемые – Аганское (с запада), Малочерногорское (с северо-востока), Лорьеганское (с востока), Мыхпайское (с юга) месторождения.

Географически район месторождения приурочен к водоразделу рек Вах, являющейся судоходной, и Ватинского Егана, правых притоков р. Оби. Рельеф слабопересеченный, с абсолютными отметками от плюс 45 до плюс 75 м. Площадь месторождения сильно заболочена, отмечаются также многочисленные озёра. Наиболее крупными являются: Самотлор (его площадь 62 км²), Кымыл – Эмтор, Белое, Окунево, Калач, Проточное, Мысовое, Урманное. Многие озёра, и болота в зимний период не промерзают.

Растительность представлена смешанными лесами с преобладанием хвойных пород и тальниковыми кустарниками, произрастающими преимущественно по берегам рек и озёр.

Климат территории континентальный с коротким прохладным летом и продолжительной холодной зимой. Среднемесячная годовая температура воздуха составляет – 3 °С. Наиболее холодным месяцем года является февраль (–23 °С), самым тёплым – июль (+18 °С). Абсолютный минимум температур (–49 °С) был зарегистрирован в январе, абсолютный максимум (+39 °С) – в июле.

По характеру выпадаемых атмосферных осадков описываемая территория относится к районам с избыточным увлажнением. Населенные пункты непосредственно на площади месторождения отсутствуют. Ближайшие населенные пункты – г. Нижневар-

товск, г. Мегион, п. Покур, п. Вата и другие расположены на берегу р. Оби в 35 и более километрах от рассматриваемого месторождения. Коренное население этого района – русские, ханты и манси. В малонаселенном прежде районе в настоящее время быстро, увеличивается численность населения в связи с привлечением специалистов и рабочих со всех концов страны.

В пределах Западно-Сибирской плиты большинство исследователей выделяет три структурно-тектонических этажа. Нижний – формировался в палеозойское и допалеозойское время и отвечает геосинклинальному этапу развития современной плиты. Средний – объединяет отложения, образовавшиеся в условиях паргеосинклинали, имевшей место в пермско-триасовое время. Верхний – мезокайнозойский, типично платформенный формировался в условиях длительного, устойчивого погружения фундамента. Хантейская антеклиза, расположенная в центральной части Западно-Сибирской низменности, включает в себя следующие положительные структурные элементы первого порядка – Сургутский свод на западе, Нижневартовский на востоке, Каймысовский и Верхне-Демьяновский – на юге. Центральную часть антеклизы занимает Юганская впадина. В региональном тектоническом плане по отражающему сейсмогоризонту Самотлорская площадь расположена в центральной части Нижневартовского свода, в пределах Тарховского куполовидного поднятия, которое объединяет Самотлорскую, Мартовскую, Северо-Самотлорскую и Белозерную структуры 3 порядка. По кровле БВ10 Самотлорское куполовидное поднятие оконтуривается изогипсой минус 2200 метров. Все локальные структуры внутри контура выражены довольно резко. Наиболее крупная из них – собственно Самотлорская, расположена в центральной и южной частях Тарховского поднятия. Структура оконтурена изогипсой – 2120 метров, имеет изометрическую форму с изрезанными контурами. Белозёрная структура по кровле пласта БВ10 осложнена двумя куполами, оконтуренными изогипсой – 2130 метров.

В целом Самотлорское куполовидное поднятие по замыкающей изогипсе минус 2200 метров имеет размеры 32 x 40 км. По кровле горизонта БВ8 в структурном плане Самотлорского куполовидного поднятия отмечается незначительное выполаживание по сравнению с ниже-залегающим горизонтом БВ10. Более существенные изменения структурного плана проходят по кровле самого верхнего продуктивного пласта АВ1. Белозерное, Мартовское поднятия практически сливаются с Самотлорским, с севера – и востока оконтуриваются изогипсой – 1690 метров. На западе и юго-западе оконтуриваются изогипсой – 1640 метров и раскрываются в сторону Аганского, Ватинского, Мегионского и Мыхпайского поднятий. Углы наклона крыльев от десятков минут до 1*45. Амплитуда по отношению к западному крылу около 110 м, восточному и северному – 160 метров.

Вышеизложенное свидетельствует об унаследованном характере развития структур Самотлорского месторождения, где наряду с тектоническим фактором играли процессы их облекания. Это обусловило совпадение структурных планов, по всем горизонтам юры и мела, но с выполаживанием их по более молодым отложениям.

В геологическом строении Нижневартовского свода, где расположено Самотлорское месторождение, принимают участие породы доюрского фундамента, мезокайнозойских терригенных отложений платформенного чехла.

В разрезе последних выделяются юрские, меловые, палеогеновые и четвертичные образования.

Палеозойский фундамент на месторождении представлен сильно метаморфизированными глинистыми и глинисто-сланцевыми сланцами. Максимально вскрытая мощность этих пород на месторождении составила 87 м.

Породы юрской системы залегают с резким угловым несогласием на породах фундамента и представлены тремя отделами. Они характеризуются четко выраженным двухчленным строением. Нижний и средние его отделы сложены континентальными осадками, верхний – морскими.

Тюменская свита (нижняя и средняя юра) представлена неравномерным чередованием аргиллитов, алевролитов и песчаников. Верхняя часть свиты сложена преимущественно аргиллитами и песчаниками (пласт Ю2). Нижняя – аргиллитами темно-серыми, почти чёрными с обильными углистыми включениями.

Мощность отложений тюменской свиты составляет 220–250 м.

Верхняя юра представлена преимущественно морскими осадками васюганской, георгиевской и боженовской свит. Васюганская свита по литологии делится на две части. Нижняя сложена аргиллитами темно-серыми, её мощность 25–36 м. Верхняя представлена преимущественно песчаным разрезом и включает в себя пласт Ю1. Песчаники алевролиты серые и светло-серые часто за счет примеси гладконита, зеленоватые, мелкозернистые, реже среднезернистые.

Коллекторы верхней подсвиты васюганской свиты промышленно нефтеносны (горизонт Ю1). Мощность васюганской свиты 50–60 м.

Георгиевская свита, представлена аргиллитами темно-серыми, почти чёрными, плотными, слюдястыми с тонкими прослоями известняков и включениями гладконита. Мощность свиты до 4 м. Меловая система представлена нижним и верхним отделами, сложенными морскими, прибрежно-морскими и континентальными осадками.

Нижнемеловые отложения представлены на рассматриваемой территории родами мегионской, вартовской, алымской, покурской свит. Мегионская свита по литологии делится на четыре части. Нижняя сложена аргиллитами серыми и темно-серыми. На них залегает ачимовская толща, представленная переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. В пределах площади пласты песчаников именуются пластами БВ14–22, а БВ19–22 являются промышленно нефтеносными. Мощность толщи достигает 80 метров. Ачимовская толща перекрывается аргиллитами тёмно-серыми или серыми алевролитами с прослоями песчаников. Разрез свиты завершается преимущественно песчаной толщей, в которой выделяются пласты БВ 8–12 – песчаники светло-серые, серые, мелко и среднезернистые, разделённые прослоями аргиллитов, алевролитов и карбонатных разностей. На данном месторождении промышленно нефтеносными являются песчаники, приуроченные к пластам БВ10 и. БВ8. Мощность свиты 326–370 метров. Данное месторождение обладает достаточными показателями для его дальнейшей разработки и эксплуатации.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.

7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТАЛЕВЫХ КАНАТОВ

WAYS TO REDUCE THE CONSUMPTION OF WIRE ROPES

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены пути снижения расхода талевого каната, описаны дефекты талевых канатов, при которых они подлежат замене.

Ключевые слова: талевый канат, дефекты, свивка, стабилизатор, срок службы, правила эксплуатации.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
ongptr@mail.ru

Annotation. The ways of reducing the consumption of the wire rope are considered, the defects of the wire ropes, in which they must be replaced, are described.

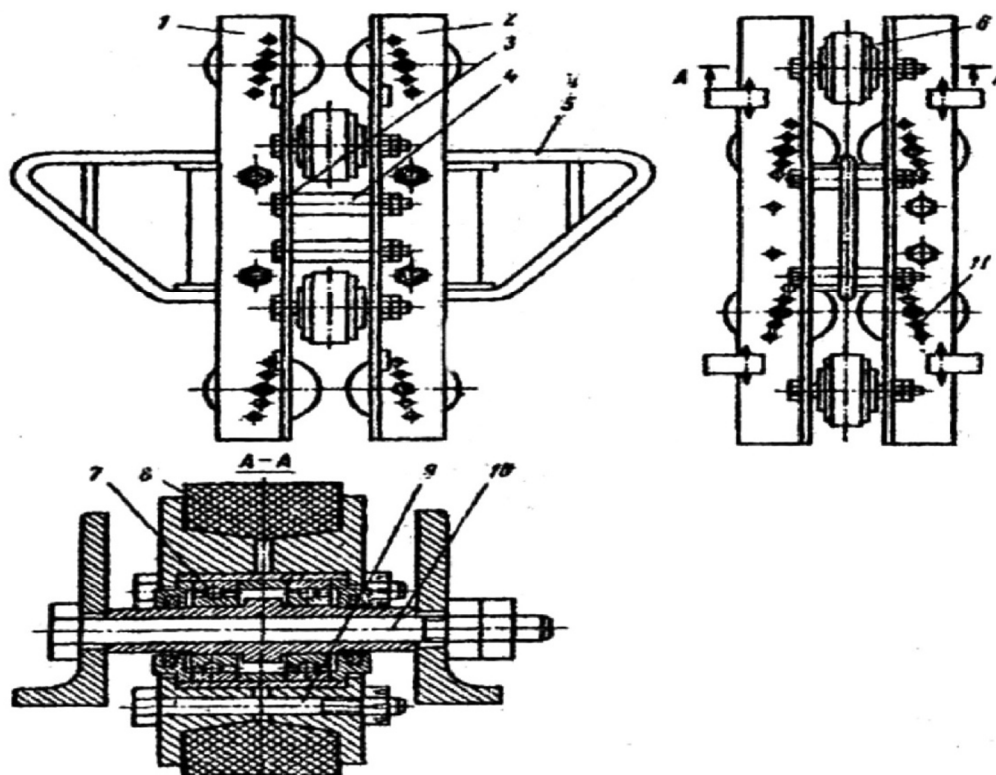
Keywords: wire rope, defects, lay, stabilizer, service life, operating rules.

П о правилам безопасности канат должен быть заменен новым, если при его осмотре обнаружится один из следующих дефектов:

- оборвана одна прядь каната;
- на шаге свивки каната диаметром до 20 мм число оборванных проволок составляет более 5 %, а каната диаметром больше 20 мм – более 10 %, от числа всех проволок в канате;
- одна из прядей вдавлена вследствие разрыва сердечника каната;
- канат вытянут или сплюснут и его наименьший диаметр составляет 75 % и менее от первоначального;
- на канате имеется скрутка («жучок»);
- при износе (или коррозии), достигшем 40 % и более первоначального диаметра проволок.

Долговечность талевых канатов ограничивается их усталостной прочностью. В связи с неравномерным распределением числа перегибов по длине каната первоначальные усталостные повреждения проволок каната зарождаются на тех его участках, которые при спуско-подъемных операциях подвергаются наибольшему числу перегибов. Локальное накопление усталостных поломок приводит к недоиспользованию значительной длины талевого каната и неоправданно большому его расходу. Более равномерное распределение усталостных повреждений обеспечивается при своевременном смещении опасных участков каната из зоны наибольших перегибов. Для этого пользуются талевым канатом нормальной длины, периодически перепускаемым в процессе эксплуатации. Практически перепуск осуществляется при появлении трех–четырёх оборванных проволок на шаге свивки каната.

Для предотвращения преждевременных повреждений необходимо обеспечить правильную намотку каната на барабан лебедки. Одно из эффективных средств улучшения навивки – устранение колебаний ходовой ветви каната с помощью стабилизатора (рис. 1) талевого каната.



1, 2 – угольники; 3, 9 – болты; 4 – втулка; 5 – консоль; 6 – ролик; 7 – радиальный шарикоподшипник; 8 – бандаж; 10 – ось роликов

Рисунок 1 – Стабилизатор (успокоитель) талевого каната

Использование стабилизатора позволяет повысить срок службы талевого каната за счет уменьшения вибраций, перескакивания витков каната на барабане, а также критических перегибов талевого каната. Такие меры позволяют увеличить срок службы талевого каната от 10 до 18 %, что в свою очередь существенно увеличивает эффективность работы установки, а также позволяют снизить количество операций по замене талевого каната на установке.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
11. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
12. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

Literature:

1. Reducing the loss of fluidity of high-viscosity oils by introducing depressants / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
5. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

8. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

9. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

10. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

11. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

12. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

**ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И
РЕМОНТ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ**

**DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION
AND REPAIR OF TUBING**

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Описана диагностика технического состояния и основные критерии оценки работоспособности и ремонта НКТ.

Ключевые слова: диагностика, ремонт НКТ, насосные установки, резьбовые соединения, усталость металла.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity

Annotation. The technical condition diagnostics and the main criteria for assessing the operability and repair of tubing are described.

Keywords: diagnostics, tubing repair, pumping units, threaded connections, metal fatigue.

В результате многократных спускоподъемных операций, в особенности при добыче нефти скважинными штанговыми насосными установками (СШНУ), происходит износ сопряженных резьбовых поверхностей НКТ и муфт, в значительной мере обусловленный фреттинг-коррозией. Кроме этого при эксплуатации СШНУ происходит износ внутренней поверхности НКТ вследствие контакта с насосными штангами и штанговыми муфтами, что приводит к потере герметичности или излому труб.

Для определения пригодности отработавших НКТ к дальнейшей эксплуатации или необходимости ремонта НКТ следует предварительно очистить от грязи и отложений, а затем произвести контрольно – сортировочные работы (разбраковку).

Контрольно-сортировочные работы разделяют на две стадии:

1. Визуальное выявление дефектов;
2. Выявление дефектов различными методами специального контроля (дефектоскопией) и с помощью универсальных измерительных инструментов (калибров, шаблонов и т.п.).

При визуальном контроле выявляют наличие на поверхности НКТ сквозных свищей, видимых трещин, вмятин, глубоких рисок или надрезов, дефектов резьбы, отложений парафинов, солей и др. Дефектоскопию, в частности ультразвуковую или индукционную, используют для выявления внутренних скрытых дефектов, в частности микротрещин, расслоений и др.

С помощью универсальных измерительных приборов проверяют отклонения по наружному диаметру, овальность труб и муфт. Резьбовыми и гладкими калибрами про-

веряют овальность, отклонения по конусности и натяги резьб, и при помощи шаблонов контролируют соответствие внутреннего диаметра НКТ номинальному размеру.

В процессе разбраковки разделяют НКТ на две группы: с устранимыми и неустранимыми дефектами. Отнесение фактических дефектов НКТ и муфт к той или иной группе определяется действующей НТД.

НКТ, имеющие значительное искривление, вмятины, трещины, видимые пленки, раковины и расслоения, заметную скрученность, а также другие недопустимые дефекты, обнаруженные при визуальном, инструментальном контроле и дефектоскопии, маркируют как брак для списания. НКТ, имеющие устранимые дефекты, направляют на ремонт. Ремонт осуществляют на трубной базе.

После проведения диагностических работ выбирается дальнейшие действия по работе с объектом: либо НКТ бракуется, либо отправляется на ремонт.

Технологическая схема ремонта НКТ приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Технологическая схема ремонта НКТ

НКТ, поступившие в цех на ремонт, подвергают очистке и мойке на специальной установке. Наружная поверхность трубы подвергается мойке водой, подогретой до температуры 90 °С, и очистке ее металлическими щетками. Внутренняя поверхность трубы подвергается мойке горячей водой, подаваемой под давлением внутрь трубы. Для повышения эффективности внутренней мойки внутрь трубы одновременно с подачей моющей жидкости подается периодически, порциями сжатый воздух.

Очистку резьбы труб и муфт производят при помощи специального приспособления со сменными щетками. Очищенные НКТ сортируют и складывают по диаметрам и группам прочности стали, а затем осматривают для определения вида и объема ремонта каждой трубы по следующим признакам:

- сорвана, промыта или повреждена резьба трубы;
- муфта значительно деформирована или резьба муфты повреждена;
- искривлена труба;
- износ поверхности трубы или муфты;
- отдельные дефекты в виде плен, закатов, рисок, вырывов и др.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.

2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихревые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.
11. Эффективное решение для тампонирувания скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
12. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.
13. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

Literature:

1. Reducing the loss of fluidity of high-viscosity oils by introducing depressants / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
5. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
8. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
9. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
10. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an ecological plant for producing biodiesel // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
11. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
12. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.
13. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – C. 32–37.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ

USING METHANOL AS A HYDRATE INHIBITOR

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены негативные процессы гидратообразования, которые оказывают существенное влияние на работу трубопроводов и оборудования нефтегазовой отрасли. В данной работе описаны условия использования метанола в качестве ингибитора в борьбе с гидратообразованием.

Ключевые слова: ингибиторы, метанол, гидратообразование, температура замерзания, эффективность.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
KubanStateTechnologicalUniversity
ongptr@mail.ru

Annotation. Considered are the negative processes of hydrate formation, which have a significant impact on the operation of pipelines and equipment in the oil and gas industry. This paper describes the conditions for using methanol as an inhibitor in the fight against hydrate formation.

Keywords: inhibitors, methanol, hydrate formation, freezing point, efficiency.

Основным методом борьбы с гидратообразованием в газовой промышленности является ввод ингибитора-метанола, то есть закачка его в зону гидратообразования.

Повсеместное использование метанола в качестве ингибитора гидратообразования на газодобывающих предприятиях России обусловлено следующими причинами:

- относительно низкой стоимостью (по сравнению с другими ингибиторами гидратообразования), широко развитой промышленной базой. Производство метанола может быть развернуто непосредственно в местах потребления – газовых промыслах;
- высокой технологичностью процесса ввода и распределения метанола в требуемые участки технологической цепочки. Отпадает необходимость в блоке приготовления реагента, что, например, является характерной особенностью применения ингибиторов неэлектролитов;
- наивысшей среди известных ингибиторов антигидратной активностью, сохраняющейся даже при низких температурах;
- очень низкой температурой замерзания концентрированных растворов метанола и исключительно малой их вязкостью даже при температурах ниже – 50 °С;

- сравнительно малой растворимостью метанола в нестабильном конденсате, особенно при контакте нестабильного газового конденсата с отработанным (насыщенным) водным раствором метанола, концентрацией менее 50 масс. %;
- некоррозионностью метанола и его водных растворов;
- наличием достаточно простых технологических схем регенерации отработанных растворов;
- принципиальной проработанностью в настоящее время вопросов утилизации и захоронения промышленных стоков, содержащих метанол, в связи с постоянно возрастающими требованиями к охране окружающей среды;
- высокой эффективностью реагента не только для предупреждения гидратообразования, но и при ликвидации возникающих при нарушениях технологического режима несплошных гидратных пробок (отложений) в промысловых коммуникациях (скважинах, шлейфах, коллекторах, АВО, теплообменном оборудовании).

Взамен чистого метанола практически с той же антигидратной эффективностью можно использовать технические сорта, а также его водные растворы. Метанол используется также для ликвидации несплошных гидратных пробок.

Удельные расходные показатели потребления метанола в качестве ингибитора гидратообразования непосредственно зависят от состава добываемого природного газа, от способа ввода и количества вводимого ингибитора, а также от технологии подготовки газа транспорту.

По данным работы прогноз объемов потребления метанола в газовой промышленности отражен в таблице 1.

Таблица 1 – Прогноз объемов потребления метанола в газовой промышленности Российской Федерации на период до 2030 г.

Предприятия	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Добыча газа, всего РФ, млрд. м ³	629	689	735	778	792	804
Потребление метанола, всего РФ, тыс. т	263	355	538	751	922	1050

Однако использование ингибиторов на основе метанола имеет ряд серьезных недостатков, к которым прежде всего относятся:

- очень высокая токсичность (как при действии паров, так и при попадании на кожные покровы и внутрь организма), а также высокая пожароопасность;
- возможность выпадения солей при смешивании с сильно минерализованной пластовой водой и, как следствие, солеотложения в промысловых коммуникациях;
- эффект ускоренного роста кристаллогидратов в присутствии разбавленных водных растворов метанола недостаточной концентрации для предупреждения гидратов;
- высокая упругость паров метанола (нормальная температура кипения ~ 65 °С), связанная с этим его очень высокая растворимость в сжатом природном газе и, соответственно, повышенный удельный расход метанола.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что совершенствование систем ввода метанола и непосредственно устройств, обеспечивающих оптимальный и наиболее эффективный расход реагента, являются на сегодняшний день весьма актуальной проблемой.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
9. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
10. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
8. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
9. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
10. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕНООБРАЗОВАНИЯ

FOAMING PROCESS MODELING

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Представлен процесс моделирования процесса пенообразования на модельных средах в лабораторных условиях. Приведены основные формулы для расчета характеристик и критериев пенообразования. Данный расчет можно использовать для вычисления параметров промышленных образцов оборудования с применением поправочных коэффициентов.

Ключевые слова: процесс моделирования, пенообразование, критерии Эйлера, критерии Рейнольдса, модельные среды.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Prikhodko Marina Gennadyevna

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
aniram-m03@mail.ru

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

Assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The process of modeling the foaming process on model media in laboratory conditions is presented. The basic formulas for calculating the characteristics and criteria of foaming are given. This calculation can be used to calculate the parameters of industrial samples of equipment using correction factors.

Keywords: modeling process, foaming, Euler criteria, Reynolds criteria, model environments.

Основой моделирования процесса пенообразования и его закономерностей является исследование реальных процессов на установках сравнительно небольшого масштаба.

Для этого применяется физическое моделирование, которое заключается в исследовании основных закономерностей процессов, сходных с процессами, протекающими в промышленных аппаратах. В опытах, проводимых на модели, по сравнению с промышленными условиями, можно использовать другие жидкости и газы, другие температуры, давления, масштабы, сохраняя при этом физическую сущность процесса. Согласно основным принципам подобия при моделировании необходимо обеспечить:

- геометрическое подобие;
- подобие физических величин;
- гомохронность.

Применительно к колонному оборудованию, определяющими геометрическими параметрами являются диаметр аппарата и его высота, которые можно выразить в виде следующей зависимости

$$\frac{H_M}{D_M} = \frac{H}{D} = \text{idem}, \quad (1)$$

где H_M, H – высота модели и аппарата соответственно; D_M, D – диаметр модели и аппарата соответственно.

Подобие физических величин достигается соблюдением равенства гидродинамических критериев.

В нашем случае определяющими являются критерии Рейнольдса и Эйлера, поскольку критерий Рейнольдса выражает соотношение между силами инерции и силами трения в движущейся среде, а критерий Эйлера характеризует соотношение сил давления и сил инерции, которые являются определяющими при формировании пенного слоя. При моделировании процессов пенообразования необходимо соблюдать равенство критериев Эйлера:

$$E_u = \frac{h_0 \cdot \rho_{ж} \cdot g}{\rho_{г} \cdot W^2}, \quad (2)$$

где h_0 – высота столба жидкости на барботажной тарелке, м; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; $\rho_{г}$ – плотность газа, кг/м³; W – скорость газа, м/с.

Гомохронность соблюдается если отношение между сходственными интервалами времени процесса, осуществляемого в двух процессах, постоянно. Сходственными интервалами времени процесса являются те, в течение которых завершаются аналогичные стадии. В нашем случае это время разрушения пены в модели и промышленном образце. Поэтому для соблюдения подобия гомогенности необходимо использовать модельную жидкость с такой же пенообразующей способностью, как и в реальных условиях.

Исследованиями установлено, что среди поверхностно-активных веществ, используемых для интенсификации добычи нефти, наибольшей пенообразующей способностью обладает водный раствор Неонола АФ–12. Аналогичная среда образуется в реальных условиях при промывке нефтяного газа водой. Поэтому в качестве модельной жидкости был выбран водный раствор Неонола.

Расхождение в эксперименте составляет 4 %, поэтому можно считать, что при моделировании соблюдается равенство гидродинамических критериев, а следовательно, и подобие физических величин.

Поскольку модельные среды (воздух и водный раствор неонала) имеют свойства (плотность, вязкость, поверхностное натяжение и др.), аналогичные свойствам реальных сред (нефтяной газ, водный раствор ПАВ), то выполняется условие гомохронности.

Одним из основных показателей пенообразования, позволяющим судить о развитии поверхности контакта фаз, является высота пены H_p . На практике часто пользуются удельной высотой пены, под которой понимают отношение высоты пены к исходной высоте слоя светлой жидкости на барботажной тарелке. Она равна

$$H_{уд} = \frac{H_p}{h_0}. \quad (3)$$

Удельная поверхность A (m^2/m^3) соприкосновения газа и жидкости может учитываться как функция удельного объема пены или удельной высоты пены. При данной площади решетки удельный объем пены равен ее удельной высоте

$$\frac{v_p}{v_j} = \frac{H_p}{h_0} = H_{уд} \text{ или } H_{уд} = \frac{\varphi_r + \varphi_j}{\varphi_j} = \frac{1}{\varphi_j} = \frac{1}{1 - \varphi_r}, \quad (4)$$

где v_p – объем пены; v_j – объем исходной жидкости, из которой возникла пена.

Очевидно, что при данном среднем эквивалентном радиусе кривизны пузырьков газа

$$A = B \cdot H_{уд}, \quad (5)$$

где B – коэффициент пропорциональности.

Таким образом, высотой пены или величинами, зависящими от нее (плотность пены и др.), можно пользоваться в качестве критерия для оценки работы пенного аппарата.

При исследовании пенообразования измеряют или вычисляют по экспериментальным данным следующие основные показатели гидродинамики пенного режима:

- *высота пены* H_p определяется расстоянием от решетки до среднего уровня верхнего края пены – взвешиванного слоя жидкости, тесно перемешанного с газом;
- *плотность пены* ρ_p ($кг/м^3$) является производной величиной от высоты пены H_p . Уменьшение плотности пены указывает на возрастание содержания газовой фазы в пене. С уменьшением плотности пены уменьшается ее гидравлическое сопротивление.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

ИНЖЕКЦИОННЫЕ ГОРЕЛКИ

INJECTION BURNERS

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Безуглый Александр Николаевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
alex.bezuglyu@gmail.ru

Соловьёв Михаил Дмитриевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
solovej2001@bk.ru

Аннотация. Описана работа инжекционных горелок и процесс сжигания топлива в них, приведены оптимальные соотношения окислителя и топлива, а также конструктивные особенности.

Ключевые слова: инжекционные горелки, процесс сжигания, газоздушная смесь, камера сгорания, топливник печи, факел, коэффициент подачи воздуха.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Bezugly Alexander Nikolaevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
alex.bezuglyu@gmail.ru

Soloviev Mikhail Dmitrievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
solovej2001@bk.ru

Annotation. The operation of injection burners and the process of fuel combustion in them are described, the optimal ratio of oxidizer and fuel, as well as design features are given.

Keywords: injection burners, combustion process, gas-air mixture, combustion chamber, furnace firebox, torch, air supply coefficient.

Процесс сгорания газа в инжекционных горелках заключается в том, что до поступления в топливник газообразное топливо в особой камере горелки смешивается с необходимым для горения количеством воздуха (первичный воздух), а остальной воздух (вторичный) поступает прямо в топливник печи.

Основными составляющими частями инжекционных горелок являются регулятор первичного воздуха, сопло, диффузор, камера всасывания и головка.

Важным параметром, определяющим количество первичного воздуха в газозвдушной смеси горелки, является коэффициент первичного воздуха, равный отношению объема первичного воздуха к объему теоретически необходимого для сгорания. От его значения зависят устойчивость работы горелки, характер образующегося факела и полнота сжигания газа.

В газовых инжекционных горелках факел имеет 2 зоны горения. Первая зона обычно образуется у устья газогорелочного отверстия при сжигании смешанного с первичным воздухом газа. Несгоревший газ вперемишку с продуктами сгорания пересекает фронт пламени первой зоны горения и, взаимодействуя с потоком вторичного воздуха, образует 2-ую зону горения, которая определяется согласно законам диффузионного горения.

Устойчивость горения инжекционной горелки достигается путем уменьшения коэффициента первичного воздуха. Но при снижении коэффициента до 10–12 %, горелка уже не способна обеспечить полноту сжигания газовой смеси (в верхней зоне факела, появляются признаки копоти). При увеличении коэффициента первичного воздуха до 65–70 %, полнота сжигания газа достигает своего оптимального уровня, но при этом резко снижается устойчивость работы горелки (пламя проскакивает к соплу горелки). Такие проскоки крайне нежелательны, поскольку в это время наблюдаются максимальные теплотери от химического недожога газа, и продукты сгорания содержат оксид углерода, или угарный газ, опасный для человека.

Оптимальный режим горения инжекционной горелки, чтобы не было коптящих факелов, и горелка работала устойчиво, достигается при коэффициенте первичного воздуха 40–50 %.

Во время нагрева газовой смеси при прохождении ей первой зоны и пространства между наружным и внутренним конусами факела, идут два основных процесса: начинающееся при достаточно низких температурах, окислирование, и, в случае если в качестве горючего газа используется смесь высокомолекулярных углеводородов (попутный нефтяной и природный газы), термическое разложение. Окислирование, в процессе которого образуются оксиды углерода и водорода, формальдегиды, способствует горению, термическое разложение углеводородов, сопровождающееся образованием трудносжигаемого аморфного углерода, наоборот этот процесс осложняет и, в большинстве случаев, вызывает химический недожог и соответственно потери теплоты. Кроме того, реакция термического разложения, протекающая при низком коэффициенте первичного воздуха, приводит к понижению температуры в зоне горения.

Главным образом, на процесс окислирования углеводородов в инжекционной горелке влияет качество перемешивания газового топлива с первичным воздухом, значение коэффициента первичного воздуха и скорость проникновения кислорода вторичного воздуха.

Чем интенсивнее эти параметры, тем быстрее процесс окислирования углеводородов и медленнее реакция термического разложения. Огромное влияние на процесс окисиро-

вания оказывает качество перемешивания газового топлива с первичным воздухом. Для того чтобы избежать явления, когда в результате недостаточного перемешивания неоксидированные высокомолекулярные углеводороды попадают во вторую зону пламени и участвуют в реакции термического разложения, конструкция смесительной камеры инжекционной горелки должна способствовать максимальному выравниванию концентрации смеси из газа и воздуха по всему объему камеры до ее выхода из головки.

Для увеличения суммарной площади соприкосновения зоны горения с воздухом, сжигаемый газ распределяют через систему рассредоточенных отверстий. За счет этого при высокой температуре топливника уменьшается время на подогрев газоздушной смеси до температуры воспламенения, существенно ускоряется процесс смешения, увеличивается скорость горения и в факеле исчезают обедненные кислородом зоны.

Исследования показали, что наиболее устойчивое и совершенное сжигание газового топлива достигается в инжекционных горелках с факелом, рассредоточенным по всему топливнику, и с хорошо организованным подводом вторичного воздуха.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.
2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Применение односплового эжекционного струйного аппарата для ввода ингибитора в промысловый газопровод / А.В. Поляков [и др.] // Электронный научный журнал нефтегазовое дело. – 2012. – № 1. – С. 151–157.
11. Полякова В.В., Терещенко И.А. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий // сборник лучших научных работ молодых ученых кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2018. – С. 43–44.
12. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой

отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

13. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.

Literature:

1. Reducing the loss of fluidity of high-viscosity oils by introducing depressants / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

5. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

8. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

9. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

10. Application of a single-nozzle ejection jet apparatus for injection of an inhibitor into a field gas pipeline / A.V. Polyakov [et al.] // Electronic scientific journal oil and gas business. – 2012. – № 1. – P. 151–157.

11. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // In the collection: collection of the best scientific papers of young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. - Krasnodar, 2018. – P. 43–44.

12. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.

13. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Increasing the efficiency of oil and gas preparation processes by reducing foam formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE TECHNOLOGY

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена технология поддержания пластового давления путем закачки воды в пласт, приведены групповой и лучевой способ ППД.

Ключевые слова: пластовое давление, автономная система, закачка воды в пласт, нагнетательная скважина, насосная станция.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. The technology of maintaining reservoir pressure by injecting water into the reservoir is considered, the group and beam method of reservoir pressure maintenance are presented.

Keywords: reservoir pressure, autonomous system, water injection into the reservoir, injection well, pumping station.

Технологии поддержания пластового давления (ППД) определяются проектом разработки нефтяного месторождения и в первую очередь количеством и расположением нагнетательных скважин.

Можно выделить следующие способы ППД:

- а) автономную систему, когда объект закачки (насосная станция) обслуживает одну нагнетательную скважину и располагается в непосредственной близости от нее;
- б) централизованную систему, когда насосная станция обеспечивает закачку агента в группу скважин, расположенных на значительном удалении от насосной станции.

В свою очередь, централизованная система ППД подразделяется на групповую и лучевую.

При групповой системе несколько скважин снабжаются одним нагнетательным трубопроводом: разновидностью групповой системы является применение распределительных пунктов (РП), в этом случае группа скважин подключается непосредственно к РП.

При лучевой системе от насосной станции к каждой нагнетательной скважине подводится отдельный нагнетательный водовод.

Автономная система включает в себя водозаборное сооружение, станцию подъема, нагнетательную насосную станцию, нагнетательную скважину.

Водозаборное сооружение является источником водоснабжения: здесь осуществляется добыча воды для целей закачки в пласт.

Водозаборы подразделяются на: а) подрусловые; б) открытые.

В подрусловых водозаборах вдоль русла рек бурятся подрусловые скважины глубиной 12 ... 15 м и диаметром 300 мм до водоносного горизонта. Подъем воды произ-

водится спускаемым в скважину артезианским или электрическим насосом. В сифонных водозаборах откачка воды из скважин производится под действием вакуума, создаваемого специальными вакуум-насосами в вакуум-котле, и откачка поступающей в них воды насосами на насосную станцию подъема и объекта закачки. В открытых водозаборах насосный агрегат устанавливается вблизи водоисточника и откачивает из него воду на объект закачки. Могут применяться заглубленные насосные станции с расположением насосов ниже уровня реки. В последние годы все большую долю закачиваемой в пласт воды занимают сточные воды, которые проходят очистку на специальных сооружениях и ими же откачиваются на объекты закачки.

Централизованная система закачки включает в себя водозабор, станцию второго подъема, кустовую нагнетательную насосную станцию и нагнетательные скважины.

Закачка воды в пласт позволяет продлить эксплуатацию месторождения и поддерживать пластовое давление на достаточном уровне для добычи нефти.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.

2. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.

3. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.

4. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.

5. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.

6. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.

7. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.

8. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.

9. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

10. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

11. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

12. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

Literature:

1. Reducing the loss of fluidity of high-viscosity oils by introducing depressants / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

3. Increasing the efficiency of transportation of high-viscosity oil. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

4. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of under-rev. Review of world experience / A.V. Poliakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 153–156.

5. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.

6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1.

7. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.

8. Analysis of paint and lacquer coatings composition for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.

9. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

10. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

11. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

12. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПЕСКОПРОЯВЛЕНИЕМ ПРИ ЗАКАНЧИВАНИИ СКВАЖИН

MODERN COMPLETION SAND CONTROL TECHNIQUES

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены современные методы борьбы с пескопроявлениями

Ключевые слова: методы борьбы, фильтры, скважина, механические примеси, призабойная зона.

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. Modern methods of sand control are considered

Keywords: control methods, filters, well, mechanical impurities, bottomhole zone.

Одной из главных причин, снижающих производительность добывающих скважин, пласт-коллектор которых представлен рыхлыми, слабосцементированными породами, является разрушение призабойной зоны и вынос пластового песка.

Последствия выноса песка приводят: к снижению дебита из-за образования песчаных пробок; к разрушению обсадных колонн и (в результате уплотнения пород, проседания земной поверхности, абразивного износа и эрозии); к затратам на ликвидацию аварий; очистку добытого продукта от песка и его утилизацию.

Проблема борьбы с выносом песка осложняется тем, что борьбу с песком начинают вести на поздней стадии эксплуатации скважин, когда призабойная зона уже сильно дренирована и наблюдаются частые пробкообразования. В то же время известно, что проведение работ по креплению призабойной зоны на этапе закачивания скважин бурением дает наиболее хорошие результаты.

В настоящее время в России наибольшее развитие получили механические методы борьбы с выносом песка, среди которых наиболее широкое распространение имеют скважинные фильтры.

Скважинные фильтры используются для предотвращения разрушения призабойной зоны, выноса песка и других механических примесей из скважины, фильтрации добываемого продукта от посторонних включений на этапе заканчивания скважины.

Точность фильтрации при изготовлении может быть установлена от 35 до 700 мкм. Оптимальная точность фильтрации фильтра подбирается индивидуально под каждые скважинные условия, исходя из гранулометрического анализа песка в пластовой жидкости или анализа керна.

Скважинные фильтры не изменяют свои фильтрационные свойства при изгибе – 5° на 10 метров. При большем угле изгиба размеры щелей внешней стороны защитной ру-

башки увеличиваются, внутренней стороны – уменьшаются, а размеры ячеек дренажных и фильтрующих сеток не меняются, таким образом, фильтрационные свойства практически не меняются.

Конструкция большинства погружных насосов не рассчитана на работу с продукцией, которая загрязнена механическими примесями. Они существенно снижают ресурс работы устройства, сокращают срок его службы. Механическая взвесь также забивает трубопроводную систему, приводит к быстрому износу запорной арматуры, снижает ресурс работы систем очистки.

Для механической очистки жидкости в скважине создается фильтровая зона, которая не позволяет частицам породы проникать в гидротехническое сооружение. Ее механизм задерживает частицы, размер которых превышает 50–100 мкм.

Скважинные фильтры отличаются между собой основанием, на котором располагается фильтрующий элемент. Перфорированное основание – это нижняя часть обсадной трубы с проделанными в ней отверстиями круглой формы. Диаметр таких отверстий составляет от 10 до 20 мм. Щелевое основание предполагает наличие надрезов шириной около 20 мм. Такие надрезы обеспечивают хорошее прохождение жидкости, но они могут не выдержать давления грунта, что опасно для трубы.

Поскольку ни круглые отверстия, ни щели не способны качественно отфильтровывать механические примеси, они дополняются вспомогательными фильтрующими деталями. Эту роль может выполнять намотка проволоки поверх основания. Между фильтрующими элементами и основанием необходимо установить каркас. Он может выполняться из прутьев, расположенных вдоль обсадной трубы.

Использование скважинных фильтров наиболее эффективно позволяет задерживать механические примеси, что благоприятно влияет на работу оборудования и продлевает срок эксплуатации скважин.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

9. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

10. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

8. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

9. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

10. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

РАЗВИТИЕ ГИДРОСТРУЙНОГО СПОСОБА ДОБЫЧИ НЕФТИ

DEVELOPMENT OF THE HYDROJET MINING METHOD OIL

Тихонов Егор Викторович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
tigr-1299@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Гаргат Василий Михайлович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
gargat00@mail.ru

Альховиков Владислав Анатольевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vlad.appi@gmail.com

Аннотация. Красноленинское нефтегазовое месторождение (КНГМ) находится на поздней стадии разработки. Месторождение характеризуется ежегодным ускорением темпа падения базовой добычи. Увеличивается бездействующий, низкодебитный и условно-рентабельный фонд скважин. Особенно остро стоит проблема дальнейшей эксплуатации малодебитного и часто ремонтируемого фонда скважин Талинской площади Красноленинского месторождения.

Ключевые слова: малодебитный фонд скважин оборудованные уэцн, гидроструйная эксплуатация скважин, шурф-скважина, автоматизированная групповая замерная установка, блок «бриф».

Tikhonov Yegor Viktorovich

Student training direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
tigr-1299@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Gargat Vasily Mikhailovich

Student training direction 21.03.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
gargat00@mail.ru

Alkhovikov Vladislav Anatolyevich

Student training direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
vlad.appi@gmail.com

Annotation. The Krasnoleninskoye oil and gas field (KNGM) is at a late stage of development. The field is characterized by an annual acceleration of the rate of decline in basic production. The idle, low-rate, and conditionally profitable well stock increases. The problem of further exploitation of the low-yield and frequently repaired well stock of the Talinskaya area of the Krasnoleninsky field is particularly acute.

Keywords: Low-yield fund of wells equipped ESP, hydrojet operation of wells, Pit-well, Automated group measuring system, the «BRIEF» block».

Перспективы развития гидроструйного способа добычи нефти

Текущее состояние эксплуатационного фонда добывающих скважин Талинской площади осложнено высоким газосодержанием и содержанием этой твердой фазы в добываемой скважинной продукции, высоким значением температур и обводненности, конструктивными ограничениями скважин, низкими энергетическими характеристиками объектов разработки ввиду их осуществляют естественного истощения. Эксплуатация малodeбитного фонда скважин в осложняющих условиях привела к тому, что наработка на отказ погружного насосного оборудования не достигает 2 месяцев. Такую категорию скважин относят к часто ремонтируемому фонду (ЧРФ). Малodeбитный фонд скважин, оборудованных УЭЦН или УШГН, на эксплуатацию которых не влияют осложняющие факторы, имеет другой отрицательный момент – низкие энергетические характеристики. По данным крупнейших производителей УЭЦН, КПД для малопроизводительных насосных установок (УЭЦН–15 и УЭЦН–20) при перекачке жидкостей не превышает 24 ... 30 % (рис. 1).

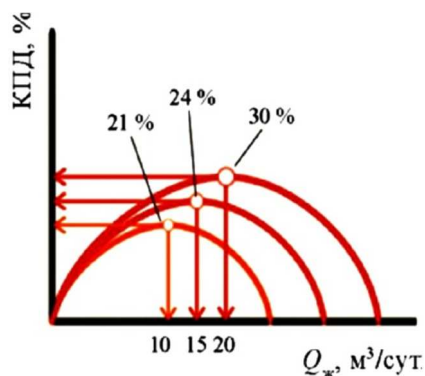


Рисунок 1 – Энергетические характеристики УЭЦН в условиях эксплуатации низкодебитных скважин; приток из пласта – от 10 до 20 м³/сут.

Кроме этого, данные экспериментальные исследования, проводимые в РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, показали, что при увеличении входного газосодержания в насосе происходят кавитационные процессы. Эти процессы влияют на сопла снижение показателей полезной мощности насосной установки и приводят к еще большему снижению КПД насосной установки по сравнению со значениями, полученными при работе насосной установки на жидкости (рис. 2).

Проведенный анализ эксплуатационного фонда скважин Талинской площади показал, что на 75–100 скважинах требуется применение альтернативных способов добычи, таких как гидроструйная эксплуатация скважин. Гидроструйный способ добычи за

короткий период показал свою эффективность и перспективность. Сложность гидроструйной эксплуатации заключается в том, что услуги по подъему жидкости данным способом оказывают специализированные предприятия.

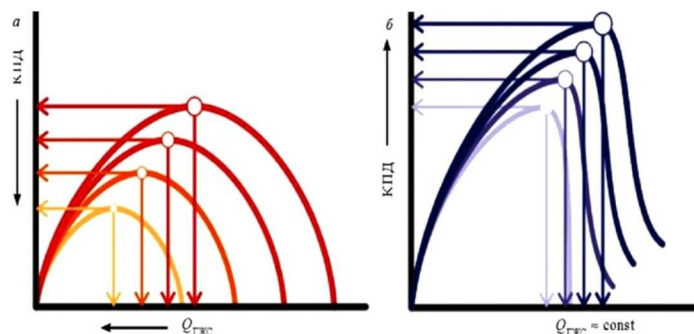


Рисунок 2 – Сравнительный анализ энергетических характеристик УЭЦН (а) и гидроструйного насоса (б) при откачке газожидкостных смесей

В 2010 г. специалисты ОАО «РН-Няганьнефтегаз» начали экспериментальный проект по развитию гидроструйного способа добычи.

Идеей данного проекта предусматривалось проектирование схемы организации собственной гидроструйной добычи и необходимого для этих целей оборудования, которые позволили бы обеспечить максимальную автоматизацию данного способа и последующий отказ от привлечения сервисных организаций.

Основная цель каждой реализации пилотного проекта – оценка возможности и необходимых ресурсов для организации гидроструйной эксплуатации собственными силами. Принципиальная схема обвязки скважин Талинской площади, на которых и был реализован пилотный проект по переводу малодебитных скважин на гидроструйный способ эксплуатации, представлена на рисунке 3.

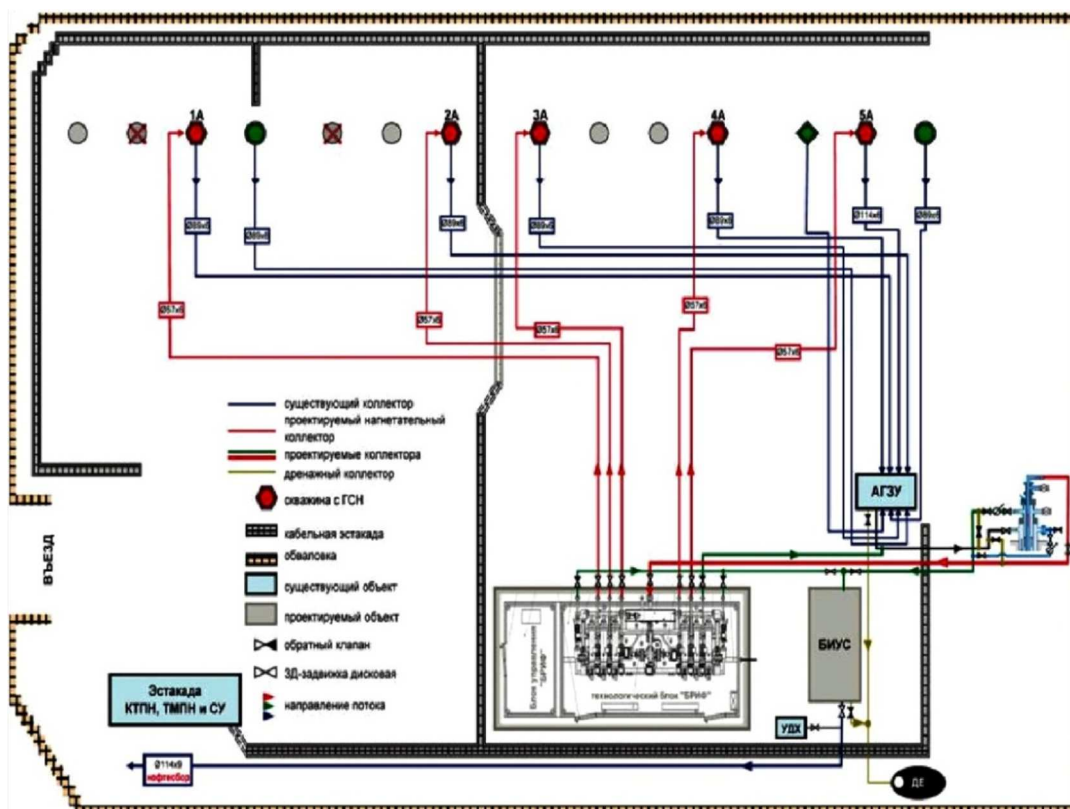


Рисунок 3 – Принципиальная схема обвязки системы гидроструйной эксплуатации скважин Талинской площади

В схеме организации собственной гидроструйной добычи роль накопителя, сепаратора и силовой части всей системы выполняет шурфовая скважина (рис. 4, а).

Впервые подобная схема была реализована на Самотлорском месторождении в августе 2008 г. Шурфовая скважина глубиной 200 м изолирована от доступа подземных вод обсадной колонной условным диаметром 324 мм и цементным стаканом на забое. В шурф-скважину спущена и свободно подвешена на оборудовании устья скважины эксплуатационная колонна условным диаметром 168 мм. В эксплуатационную колонну на НКТ спущена высокопроизводительная установка УЭЦН.

Шурф-скважина работает следующим образом:

Жидкость гидроструйных скважин (рабочая + добытая) поступает на замер в автоматизированную групповую замерную установку (АГЗУ). После замера в АГЗУ жидкость по трубопроводу поступает в «большой» затруб шурф-скважины (кольцевое пространство междунастоящее диаметрами 324 и 168 мм). Омывая башмак эксплуатационной колонны, часть жидкости поступает в «малый» затруб на прием УЭЦН, посредством которого нагнетается в гидроструйные скважины, предварительно пройдя циклоустановки и распределения. Остальная часть жидкости вместе с выделившимся в «малом» затрубе газом поступает на коммерческий замер. В обвязке устья шурф-скважины (рис. 4, б) предусмотрена система перемычек для обеспечения циркуляции жидкости по нефтесборным и нагнетательным коллекторам в случае давления отказа шурфового УЭЦН, что особенно актуально в зимний период времени. Устьевая обвязка шурф-скважины включает в себя элементы управления режимом самого накопителя – регулирование давления на входе и величины сброса жидкости на о выходе. За счет естественной сепарации жидкости в «малом» затрубе на закачку в гидроструйные скважины поступает рабочая жидкость с обводненностью 100 %, т.е. вода. В традиционной схеме организации гидроструйной добычи из-за особенностей системы в качестве рабочего агента используется малообводненная жидкость, что впоследствии негативно сказывается на достоверности замера добываемой продукции.

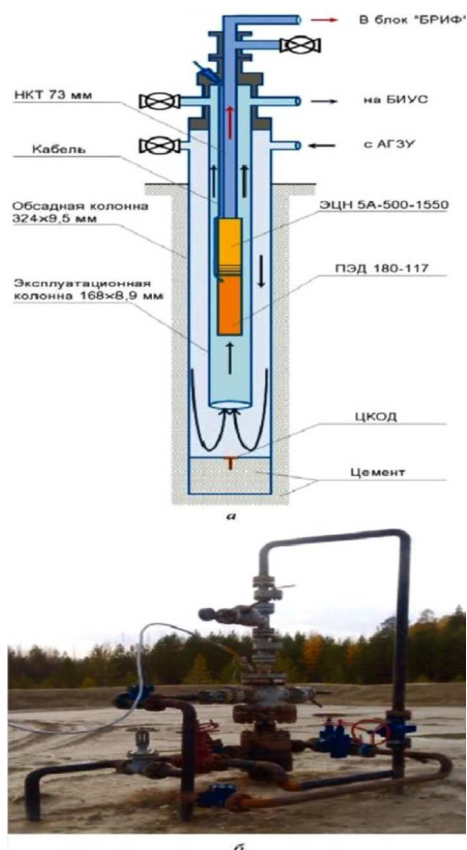


Рисунок 4 – Шурфовая скважина: а – принципиальная схема; б – устьевая обвязка

Использование шурф-скважины в качестве силовой и накопительной частей позволило повысить эффективность рабочего агента, исключить технологические потери нефти, присущие традиционной схеме организации гидроструйной добычи, и в значительной степени снизить металлоемкость всей системы. Кроме этого, ЗАО «Новомет-Пермь» было разработано и поставлено новое инновационное оборудование для подготовки и закачки рабочего агента в гидроструйные скважины – блок «БРИФ» (рис. 5). Блок не имеет на сегодняшний день аналогов на российском и зарубежном рынках нефтепромыслового оборудования. Блок БРИФ-1-100-20-700-1-6-1-1 осуществляет фильтрацию рабочей жидкости с тонкостью очистки 100 мкм и ее распределение на 6 отводов (5 скважин и 1 байпасный отвод), рассчитан на рабочее давление 20 МПа, предельный суммарный расход жидкости 700 м³/сут, имеет 1 каскад очистки с двумя поочередно работающими фильтровальными линиями функции регенерации.

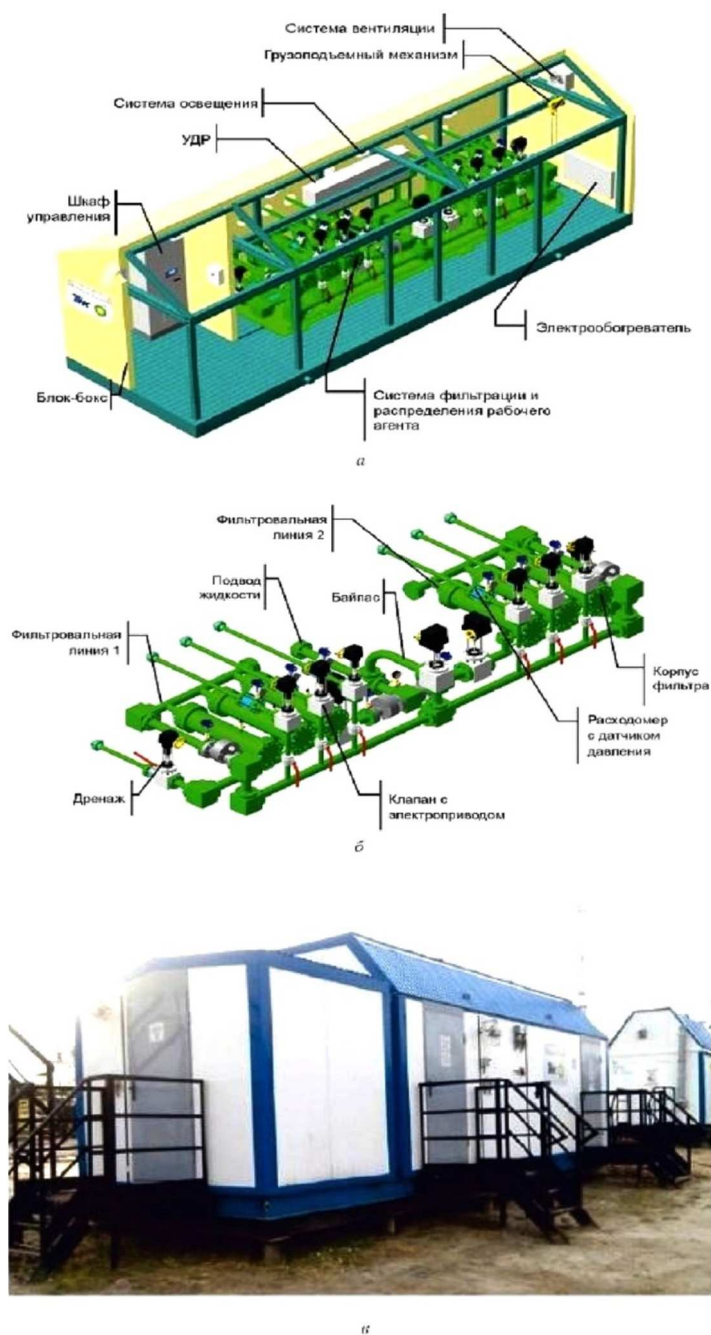


Рисунок 5 – БРИФ-1-100-20-700-1-6-1-1 на Талинской площади:
а – 3D модель БРИФ, б – 3D модель фильтровальных линий; в – внешний вид БРИФ

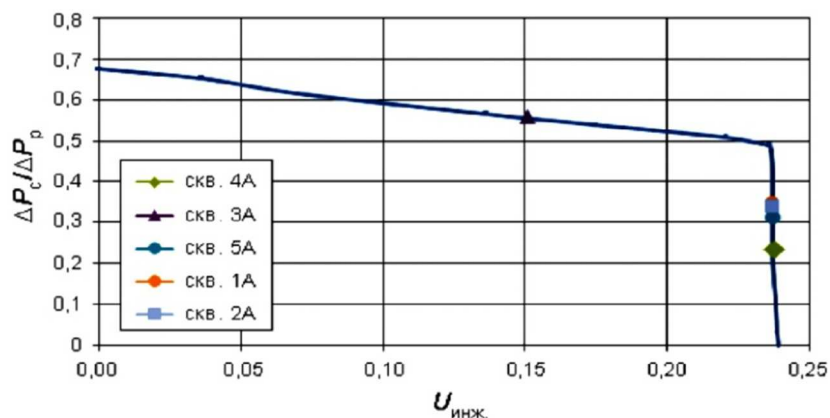


Рисунок 6 – Характеристика гидроструйных насосов при откачке жидкости скважин Талинской площади

В 2012 г. на Талинской площади ОАО «РН-Няганьнефтегаз» реализован пилотный проект по организации собственной гидроструйной эксплуатации скважин. В эксплуатацию гидроструйным способом введено 5 скважин малодебитного и бездействующего фонда. Характеристика гидроструйных скважин указывает на их работу в режиме, близком к оптимальному (рис. 6), но требующем увеличения давления закачки.

Успешная реализация проекта позволила сократить операционные расходы на 25 млн р. в год с получением дополнительного прироста добычи нефти за счет оптимизации работы гидроструйных скважин. Все это указывает на то, что необходимо развивать гидроструйный способ добычи с целью повышения эффективности малодебитного, осложненного и бездействующего фонда.

Литература:

1. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Булатов [и др.]. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.
2. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.
3. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.
4. Савенок О.В., Качмар Ю.Д., Яремийчук Р.С. Нефтегазовая инженерия при освоении скважин. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 548 с.
5. Кусов Г.В., Савенок О.В. Методы борьбы с АСПО на месторождениях ООО «РН – Краснодарнефтегаз» на примере Успенского и Горячеключевского участков // Строительство и ремонт скважин – 2010: Сборник докладов Международной научно-практической конференции (27 сентября – 02 октября 2010 года, Геленджик, Краснодарский край) / ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо». – Краснодар : ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2010. – С. 147–150.
6. Омельченко Н.Н., Савенок О.В., Иолчуев А.М. Предупреждение и ликвидация отложений солей при добыче нефти на Ключевом месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2018. – № 4. – С. 27–52.
7. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.
8. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.

9. Шиян С.И., Омельченко Н.Н. Варианты реинжиниринга при реконструкции производственных объектов системы сбора, транспортировки и подготовки нефти, газа и воды Ивановского месторождения // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 34–42.
10. Техника и технология восстановления продуктивности скважины № 1273 Уренгойского месторождения путём зарезки бокового ствола / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 248–266.
11. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.
12. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.
13. Шиян С.И., Мунтян В.С. Перспективы разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения с применением энерго- и ресурсосберегающих технологий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 289–299.

Literature:

1. Ekologiya pri stroitel'stve neftyanykh i gazovykh skvazhin: uchebnoye posobiye dlya Studentov vuzov / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : Prosveshcheniye – Yug, 2011. – 603 p.
2. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar : Izdatel'skiy Dom – Yug, 2016. – 576 p.
3. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.]. – Novocherkassk : Lik Publishing House, 2018. – 292 p.
4. Savenok O.V., Kachmar Yu.D., Yaremiychuk R.S. Oil and gas engineering in the development of wells. – M. : Infra-Engineering, 2019. – 548 p.
5. Savenok O.V., Ladenko A.A. Development of oil and gas fields. – Krasnodar : Ed. FGBOU VO «KubSTU», 2019. – 275 p.
6. Omelchenko N.N., Savenok O.V., Iolchuev A.M. Prevention and elimination of salt deposits in oil production at the Key field // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 27–52.
7. Gutsu A.S., Shiyani S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of the Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
8. Sukhin A.A., Shiyani S.I. Analysis of methods for combating hydrates at the Astrakhan gas condensate field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
9. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Variants of reengineering in the re-construction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // Oil Engineer. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
10. Technique and technology of restoration of productivity of a well № 1273 of the Urengoy sky field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
11. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.
12. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of regulation of the reservoir pressure maintenance system at the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
13. Shiyani S.I., Muntyan V.S. Prospects for the development of the Severo-Tarasovsky oil field with the use of energy- and resource-saving technologies // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 289–299.

ОЧИСТКА ГАЗА КАТАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

GAS PURIFICATION BY THE CATALYTIC METHOD

Тлий Диана Азметовна

магистр кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Кесова Елизавета Феодоровна

старший преподаватель
кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Рассмотрен принцип действия каталитического метода очистки технологического газа от летучих примесей, а также основные типы веществ, используемых в качестве катализаторов в данном методе.

Ключевые слова: очистка газа, катализатор, вредные примеси, носитель катализатора, гидрирование.

Tliy Diana Azmetovna

Master's degree of the Department of Equipment For Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of Equipment For Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University

Kesova Elizaveta Feodorovna

Senior Lecturer of the Department of Equipment For Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. The principle of operation of the catalytic method of process gas purification from volatile impurities, as well as the main types of substances used as catalysts in this method, are considered.

Keywords: gas purification, catalyst, harmful impurities, catalyst carrier, hydrogenation.

Очистка газа каталитическим методом от летучих примесей, обязательно сопровождающих большее количество производственных процессов, является одним самых действенных методов химического обезвреживания вредных веществ, содержащихся в добываемом газе. Сущность каталитических методов очистки газовых выбросов состоит в осуществлении химических реакций, приводящих к конверсии под-

лежащих обезвреживанию вредных соединений в другие, которые могут быть либо безвредными, либо маловредными, в присутствии специальных катализаторов.

Очистка природного газа с помощью каталитических методов по большей части используется в тех случаях, когда необходима глубокая очистка. Принцип действия данного метода состоит в том, что в присутствии катализатора в реакцию вступают различные вещества. В нефтегазовой индустрии в качестве катализаторов чаще всего применяют такие вещества, как оксиды меди, хрома, железа, цинка, платины, кобальта и т.д. Во время очистки эти вещества наносят на носитель, который располагается в аппарате-реакторе. Очень важным в этом случае является сохранение целостности внешнего слоя катализатора. Иначе процесс очистки пройдет не полностью, а выбросы вредных соединений в атмосферный воздух превысят предельные значения. В связи с этим нормы, регулирующие требования к очистительному оборудованию постоянно ужесточаются, так как необходимо контролировать количество выбросов, полностью проверяя весь процесс на всех этапах. Энергетическая и особенно нефтегазовая промышленность является одним из самых значительных источников загрязнения атмосферного воздуха твердыми частицами, такими как зола и сажа. Также данная область способствует увеличению в атмосфере концентрации оксидов углерода, серы и азота.

Больше половины всех дымовых выбросов газа приходится на энергетические станции. Это составляет примерно 60 % от всего количества оксидов, поступающих в атмосферу. Именно поэтому для предварительной очистки технологического газа часто используют каталитические методы. Их принцип действия заключается в осуществлении взаимной реакции газовых примесей с другими компонентами. Причем все это происходит при наличии катализатора, а также при высоких температурах около 300–400 °С и высоких объемных скоростях газа (примерно 500 – 3000 ч⁻¹). В роли катализаторов выступают оксиды железа, меди, хрома, цинка, кобальта и других элементов. Они помещаются на носитель катализатора, в роли которого также могут выступать проволока, сетка, лента из легированной стали и т.д. Очистка газа с помощью каталитического метода проводится, по обыкновению, в реакторе со стабильным и неподвижным слоем катализатора.

В группу каталитических методов газоочистки входят окисление примесей с применением кислорода или их восстановление так называемым газом-восстановителем. Чаще всего окисляют спирты и эфиры, то есть органические соединения, содержащие кислород до CO_2 и H_2O . Каталитический метод с использованием газа-восстановителя применяют для гидрирования сераорганических соединений SO_2 в H_2S с дальнейшим улавливанием образовавшегося H_2S оксидом ZnO или после охлаждения газа растворами алканоломинов; восстановления метаном или конвертированным природным газом SO_2 в H_2S с его селективным извлечением в производстве серы (кобальтмолибденовый или никельмолибденовый катализатор при 300–450 °С) в присутствии катализаторов на основе Pt или Pd. и в ряде других способов каталитической очистки.

Литература:

1. Формирование математической модели спектра вибрации, отражающей повреждения элементов подшипника качения роторных агрегатов / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 6 (330). – С. 27–32.
2. Величко Е.И., Иноземцев Д.А. Роль параметрической диагностики в общей системе определения текущего технического состояния газоперекачивающих агрегатов // Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений и транспорта трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Материалы всероссийской научно-технической конференции (с международным участием). – 2021. – С. 238–241.

3. Иноземцев Д.А., Степанов М.С., Колесник И.А. Техническая диагностика как инструмент определения текущего состояния газонефтегазотранспортных систем // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 145–147
4. Анализ методик диагностирования ГПА по термогазодинамическим параметрам / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т.1. – С. 152–155
5. Степанов М.С., Иноземцев Д.А. Факторы, влияющие на эксплуатационную надежность нефтегазопроводов // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 134–138
6. Принципы построения и структура системы диагностического обслуживания газоперекачивающих агрегатов / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 148–151
7. Моделирование технологических процессов транспорта газа в магистральных трубопроводах / П.С. Кунина [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2016. – № 5. – С. 30–33.
8. Величко Е.И., Музыккантова А.В., Иноземцев Д.А. Возможность укрупненно-го анализа работоспособности опор качения машин роторного типа // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – С. 52–80.

Literature:

1. Formation of a mathematical model of the vibration spectrum that reflects damage to the elements of the rolling bearing of rotary aggregates / E. I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 6 (330). – P. 27–32.
2. Velichko E. I., Inozemtsev D. A. The role of parametric diagnostics in the general system for determining the current technical condition of gas pumping units // In the collection: Problems of geology, development and operation of deposits and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves. Materials of the All-Russian scientific and technical conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.
3. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool for determining the current state of gas and oil transport systems // Referatotech: Materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 145–147
4. Analysis of methods for diagnosing HPA by thermogasodynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech: Materials of the International scientific and practical conference: in 3 t. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 152–155
5. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors influencing the operational reliability of oil and gas pipelines // Referatotech: Materials of the International Scientific and Practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 134–138.
6. Principles of construction and structure of the system of diagnostic servicing of gas pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific and Practical Conference: in 3 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 148–151
7. Modeling of technological processes of gas transport in main pipelines / P.S. Kuni-na [et al.] // Territory of Oil and Gas. – 2016. – № 5. – P. 30–33.
8. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The possibility of an enlarged analysis of the performance of rolling bearings of rotary type machines // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 52–80.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РОЛИ АОРТО-МЕЗЕНТЕРИАЛЬНОГО
«ПИНЦЕТА» В РАЗВИТИИ НАРУШЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНОГО
ВЕНОЗНОГО КРОВОТОКА ЛЕВОЙ ПОЧКИ**

**MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF THE ROLE OF THE
AORTO-MESENERIAL «TWEEZERS» IN THE DEVELOPMENT OF DISORDERS
OF THE MAIN VENOUS BLOOD FLOW OF THE LEFT KID**

А.Г. Тонян

Поликлиника № 10 города Краснодара

А.В. Бунякин

Кубанский государственный технологический университет

Г.А. Тонян

Общество с ограниченной ответственностью «Синтез-К»

Аннотация. Выявлено, что оперативное лечение варикоцеле слева сочетается с развитием артериальной гипертензии у 51,2 %, что в три раза превышает частоту артериальной гипертензии у мужчин с неоперированным варикоцеле и в два раза частоту артериальной гипертензии в общей популяции мужчин сопоставимого возраста.

Ключевые слова: магистральный кровоток, левая почечная вена, давление, аорто-мезентериальный «пинцет» дегидроэпиандростерон, тестостерон.

A.G. Tonyan

Polyclinic number 10 of the city of Krasnodar

A.V. Bunyakin

Kuban State Technological University

G.A. Tonyan

Limited Liability Company «Sintez-K»

Annotation. It was revealed that surgical treatment of left varicocele is combined with the development of arterial hypertension in 51,2 %, which is three times higher than the frequency of arterial hypertension in men with unoperated varicocele and twice the frequency of arterial hypertension in the general population of men of comparable age.

Keywords: main blood flow, left renal vein, pressure, aorto-mesenteric «tweezers», dehydroepiandrosterone, testosterone.

Введение. Определить особенности работы левой почечной вены в системе аорто-мезентериального «пинцета» на основе изучения гемодинамических изменений и их клинических проявлений. Параметры работы левой почечной вены определялись на основании данных УЗИ и математического анализа. Проводилось полипозиционное в 6-ти положениях (стоя, сидя, на спине, на животе, на правом и левом боку) ультразвуковое исследование почек, почечных артерий и вен. В положении с минимальными и максимальными колебаниями венозного кровотока в левой почечной вене (ЛПВ) производился забор венозной крови утром, натощак, для оценки уровня Дегидроэпиандростерона (ДГЭА) и Тестостерона (Т). Взаимоотношения данных рассчитаны комплексом программ STATISTICA 10.0 (Statsoft Inc., USA).

В разных положениях тела (стоя, сидя, на спине, на животе, на правом и левом боку) обе почки совершают ротацию в трех координатных плоскостях. Меняются ско-

ростные показатели артериального и венозного кровотока, диаметр почечной (ПВ) вены в основной части, у ворот и в АМП. Математический анализ во всех случаях фиксирует меняющуюся в зависимости от положения тела форму эллипса в «пинцете». Наблюдаются колебания уровня ДГЭА и Т, имеющие прямую и обратную зависимость. При определенных параметрах колебания давления в левой ПВ появляется корреляция магистрального кровотока обеих почек.

В левой почечной вене (ПВ) такие показатели как скорость кровотока, давление и диаметр не постоянны. Они зависят от позиционнозависимой «лабильности» размеров аорто-мезентериального «пинцета», влияют на функциональное состояние левого надпочечника, что определяет многообразие взаимоотношений ДГЭА и Т. Инструментально, лабораторно, математически подтверждена важность роли АМП, как «управляющей системы» в генезе нарушений магистрального венозного кровотока левой почки.

Колебания давления в левой почечной вене позиционнозависимы, являются фактором, влияющим на общую гемодинамику, работу надпочечниково-тестикулярной системы. Позиционнозависимая функциональная оценка состояния АМП является основополагающей в диагностике и лечении осложнений нарушения магистрального венозного кровотока ЛП.

Гипертензия в системе левой почечной вены – предмет пристального изучения ученых. Использование современных методов обследования (ангиография, флеботонометрия, доплерография), вопрос о тактике лечения варикоцеле в сочетании с регионарной почечной венозной гипертензией остается в настоящее время открытым и требует дальнейшего изучения [1]. Но не всегда даже современные методы исследования дают логический ответ на изучаемые, казалось бы, очевидные явления [2]. Венозная почечная гипертензия слева из-за сдавления левой почечной вены аорто-мезентериальным «пинцетом», приводит к развитию ретроградного тока крови по левой яичковой вене, при этом, как следствие, возникает варикоцеле [3, 4, 5]. Однако почечная венозная гипертензия возможна и у здоровых людей, поэтому остаётся неясным, почему не у всех возникает варикоцеле [6, 7]. Диагностическими критериями гемодинамически значимой компрессии левой почечной вены принято считать определяемый при ультразвуковом исследовании переднезадний размер почечной вены в зоне сужения 1,5–2,5 мм и менее, локальное повышение скорости кровотока более 110 см/с [8]. Гемодинамические нарушения в системе левой почечной вены, по данным интраоперационной тонометрии, не выявляются при условии сохранения ветви поясничной вены [9, 10].

Существует и другая точка зрения, согласно которой любые способы окклюзии внутренней семенной вены сопровождаются нарушением почечной венозной гемодинамики и изменением реакции почек [11]. Основным повреждающим фактором почечной ткани считается тканевая гипоксия почки, имеющая место при гипертензии в почечной вене, что может приводить к фиброзу перерождению части клубочков почек [13]. Лигирование внутренней семенной вены при варикоцеле сопровождается нарушением венозного кровотока в системе левой почечной вены продолжительностью до 3 мес., а в 22,9 % случаев за этот период не восстанавливается [14]. Оперативное лечение варикоцеле слева сочетается с развитием артериальной гипертензии у 51,2 %, что в три раза превышает частоту артериальной гипертензии у мужчин с неоперированным варикоцеле и в два раза частоту артериальной гипертензии в общей популяции мужчин сопоставимого возраста [15].

Показанием к стентированию левой почечной вены служит ренокавальный градиент более 3 мм рт. ст. [16], тогда как другие считают, что этот показатель должен составлять более 4 мм рт. ст. [17]. R. Liebl (2005) отметил, что следует различать «феномен» и «синдром» мезоаортальной компрессии левой почечной вены [18]. В первом случае какое-либо вмешательство не показано и возможна резекция либо эмболизация левой гонадной вены, во втором – значительное повышение ренокавального градиента диктует необходимость выполнения реконструктивной операции либо стентирования левой почечной вены.

Адгезия, агрегация, агглютинация форменных элементов, приводящих к замедлению или прекращению тока крови или лимфы в сосудах, являются следствием активации и

увеличения содержания в крови проагрегантов, катионов и крупномолекулярных белков [19]. Давление в левой почечной вене лабильно, имеет позиционную зависимость, что вызывает колебания уровня ДГЭА. В ответ на данные явления тестостерон повышается или понижается в соотношении практически 50 % на 50 %. Аорто-мезентериальный «пинцет» играет роль регулятора давления в «бассейне» левой почечной вены [20].

Некоторые авторы связывают варикозное расширение вен малого таза с синдромом Щелкунчика и синдромом Мея-Тернера [21, 22]. Поэтому «Золотым стандартом» считается проведение селективной флебографии с измерением давления в ПВ. Данное исследование должно включаться в алгоритм флебографического исследования всех больных с левосторонним варикоцеле [23]. Но до настоящего времени не установлена причина сохранения или усиления тазовых болей после эндоваскулярной окклюзии гонадных вен спиральями, не изучено влияние стентирования подвздошных вен при синдроме Мея-Тернера на клинические проявления СТВП (синдром тазового венозного полнокровия) [24].

Цель исследования состоит в определении особенности работы левой почечной вены в системе аорто-мезентериального «пинцета» на основе изучения гемодинамических изменений и их клинических проявлений. Исследования проведены среди пациентов с варикоцеле, как синдрома повышения давления в левой почечной вене. 48 мужчин с варикоцеле в возрасте от 24 до 35 лет обследованы амбулаторно. Группа контроля состояла из 16-ти молодых людей моложе 35 лет, не страдающих варикоцеле. В анамнезе у них не было указаний на почечную патологию, гипертоническую болезнь, а клинические, лабораторные и ультразвуковые данные соответствовали нормальному функциональному состоянию почек. В исследование не включались пациенты с плохой визуализацией сосудистых ножек почек и с добавочными почечными сосудами. Всем пациентам выполнялось общеклиническое обследование: сбор анамнеза, жалоб, физикальное исследование; проводилось стандартное лабораторное и инструментальное обследование для подтверждения состояния здоровья; проводилось полипозиционное в бти состояниях исследование гемодинамических показателей и ультразвуковое исследование почек, почечных артерий и вен многократным датчиком конвексного формата на ультразвуковом сканере «PHILIPS» HD – 11 XE (Голландия).

Оценка кровотока, учитывающая разницу между максимальной и минимальной скоростью (ΔV_{ven}) кровотока в ЛПВ, проводилась в 6-ти статических состояниях: на спине, на животе, на правом боку, на левом боку, сидя и стоя. Скорость в магистральных почечных венах (ПВ) регистрировалась при задержке дыхания на неполном выдохе, изучалась максимальная венозная скорость (V_{venmax}) и минимальная венозная скорость (V_{venmin}), а также вычислялась разница между этими показателями, которую обозначали как ΔV_{ven} . При параметрах ΔV_{ven} , превышающих 22 см/сек, картина расценивалась как нарушение оттока по ПВ (патент №2712001 от 23 января 2020 г.) [25]. На следующий день в 8 часов утра, в положения с минимальной и максимальной ΔV_{ven} , натощак производился забор крови из кубитальной вены с интервалом 2–3 минуты (между переменной установленных положений тела). Определялся уровень ДГЭА и Т в этих статических состояниях. По результатам проводилась визуальная оценка взаимоотношений ДГЭА и Т. Статистическую обработку полученных данных выполняли с использованием пакета лицензионных статистических программ STATISTICA 10.0 (Statsoft Inc., USA), частотного и многомерного анализа соответствий [26]. Оценку взаимосвязей между показателями проводили с помощью корреляционного анализа Спирмена. При коэффициенте корреляции $r < 0,25$ корреляцию считали слабой, при $0,25 \leq r < 0,75$ связь расценивали как умеренную, а при $r \geq 0,75$ – как сильную.

Результаты исследования. Индекс массы тела в контрольной группе составил 23 ± 3 , в группе больных с варикоцеле 22 ± 4 . В ЛПВ по максимальному (V_{venmax}) и минимальному (V_{venmin}) кровотоку выявили отсутствие различий между контрольной группой и группой с варикоцеле (табл. 1).

Для оценки особенностей гемодинамики пациентам в контрольной группе и в группе с варикоцеле выполнены полипозиционные исследования в шести статических состояниях, определены V_{venmax} , V_{venmin} , V_{ven} (96 и 288 исследований соответственно) (табл. 2).

Таблица 1 – Основные показатели кровотока в левой почечной вене, сравнение с контрольной группой

Показатели		Контрольная группа (96 положений)	Группа с варикоцеле (288 положений)	t-критерий Стьюдента
V _{venmax} см/с	ЛП	19,763 ± 5,82	20,388 ± 6,252	0,232 > 0,05
V _{venmin} см/с	ЛП	10,291 ± 0,7,19	9,2 ± 5,78	0,08 > 0,05
V _{ven} см/с	ЛП	9,93 ± 5,927	11,244 ± 0,7,778	0,063 > 0,05

Примечания: данные приведены в виде М ± m; ЛП – левая почка; p < 0,05: достоверность различия между контрольной группой с варикоцеле.

Таблица 2 – Достоверность различия между контрольной группой и данными пациентов с варикоцеле в шести статических положениях; межвидовые различия

Левая почка	На спине	На животе	На левом боку	На правом боку	Сидя	Стоя
Контрольная группа n = 16						
V _{venmax}	17,166 ± 3,242	21,5 ± 7,971	21,75 ± 5,224	17,583 ± 3,941	17,166 ± 3,242	16,333 ± 4,658
V _{venmin}	9,916 ± 3,171	13,166 ± 8,03	9,166 ± 7,627	9,083 ± 2,941	9,916 ± 3,171	10,083 ± 4,442
ΔV _{ven}	8,083 ± 4,962	9,5 ± 6,842	12,58 ± 5,991	8,5 ± 3,58	8,083 ± 4,962	6,5 ± 3,604
Группа с варикоцеле n = 48						
V _{venmax}	16,566 ± 3,53 —▼▲	20,6 ± 6,552 ▶	21,233 ± 4,889 ▶	24,6 ± 4,545 ◀▼—	19,466 ± 4,987 	19,866 ± 9,004 ▶
V _{venmin}	8,3 ± 3,788	9,83 ± 6,253 ◀	7,533 ± 3,655 ▼▲	7,5 ± 6,322 ▼	9,233 ± 3,41 ◀	12,8 ± 8,421 ▶◀
V _{ven}	7,733 ± 2,851 —▼▲	11,266 ± 6,622 ▶▼	13,466 ± 5,612 ▲—▶	17,233 ± 6,322 ◀—	10,566 ± 5,21 ◀▼	7,2 ± 4,029 ▲—

Примечания: данные приведены в виде М ± m; p < 0,05: достоверность различия между контрольной группой данными пациентов с варикоцеле в шести статических положениях; межвидовые различия среди позиционных групп с варикоцеле. Контрольная группа (*), стоя (▼), сидя (▲), на правом боку (▶), на левом боку (◀), на спине (|), на животе (—).

В контрольной группе наибольшие колебания V_{venmax} наблюдались в положении на животе (21,5 ± 7,971), на левом боку (21,75 ± 5,224), V_{venmin} на животе (13,166 ± 8,03), V_{ven} = 12,58 ± 5,991 см/с на правом боку. В исследуемой группе наибольшие колебания V_{venmax} выявлены на правом боку (24,66 ± 4,545 см/с), V_{venmin} в положении стоя (12,8 ± 8,421), V_{ven} на правом боку (17,233 ± 6,322). Отсутствовало достоверное отличие между контрольной группой (96 измерения) и данными 48 пациентов (288 измерений). Для оценки влияния колебаний давления в левой ПВ на гормональный ответ левого надпочечника производили забор крови из кубитальной вены утром в 8 часов в положении с минимальным ΔV_{ven} и максимальным ΔV_{ven}. Оказалось, что Т может как повышаться, так и понижаться при повышении и снижении уровня ДГЭА (разнонаправленный эффект). В 24 (50 %) отмечена прямая зависимость, в 13 (48 %) – обратная. В одном случае показатели Т при повышении ДГЭА не изменились (табл. 3).

Данные дискриминантного анализа программы STATISTICA 7.0 (Statsoft Inc., USA) для пациентов с варикоцеле показали максимальную положительную корреляцию индекса резистентности левой почки R_{лп} с индексом резистентности правой почки R_{пп}, равную 0,6 с и ΔV_{ven} левой почки, равную 0,5, которые оценены как умеренная, и минимальная – с ΔV_{ven} правой почки, равная 0,2 (слабая). Максимальная отрицательная корреляция R_{пп} отмечена с V_{min}ПП и V_{min}ЛП, равная 0,3 (умеренная) и минимальная корреляция с V_{min} правой и левой почки, равная – 0,2 (слабая).

Таблица 3 – Реакция ДГЭА и Т на повышение скорости венозного кровотока в левой почечной вене

Исследуемые показатели	Показатели ДГЭА и Т и их реакция на повышение ΔV_{ven}				
	ΔV_{ven} ↑	ДГЭА ↓↑	Т вид ↓↑	Количество (n и %)	Всего (n и %)
Прямая зависимость Т	↑	↑	↑	11 (22,9 %)	24 (50 %)
	↑	↓	↓	13 (27,1 %)	
Обратная зависимость Т	↑	↑	↓	9 (18,8 %)	13 (48 %)
	↑	↓	↑	14 (29,2 %)	
Отсутствие колебания Т	↑	↓	–	1 (2 %)	1 (2 %)

Примечания: ↑ – повышение (↓ – понижение) значения при переходе из положения с минимальным ΔV_{ven} в положение с максимальным ΔV_{ven} (increase (↓ – decrease) of the value when moving from a position with a minimum ΔV_{ven} to a position with a maximum).

В зависимости от положения тела, меняются скорость, диаметр и давление, причем данные показатели имеют обратную зависимость от значений в АМП. Математически рассчитали, что диаметр ПВ в месте сужения не соответствуют измерениям, полученным с помощью доплерографии, форма не округлая, а эллипсовидная.

Для оценки процессов, происходящих в системе аорто-мезентериальный «пинцет» – левая почечная вена – левый надпочечник создана математическая модель. С целью приближенного численного описания процессов кровотока приведена аналогия с нестационарным течением сжимаемой среды в трубопроводе постоянного диаметра. Аналогом сжимаемости среды рассмотрено расширение стенок сосуда. По этой аналогии отношение плотностей (сжимаемой среды в трубопроводе) пропорционально квадрату отношений диаметров при расширении сосуда. Полученное уравнение (с учетом указанной аналогии) было принято, как уравнение гемодинамического энергоданса (УГЭ), которое связывает изменение полной энергии кровеносной системы на участке между сечениями (удельной по массе и проинтегрированной по длине сосуда). Соответственно, если энергия движения крови в сосуде с пульсирующими стенками постоянна, это означает, что скорости течения на концах сосуда тоже равны.

Обсуждение. Полипозиционное исследование показало, что в зависимости от положения тела меняется скорость кровотока в ПВ [27]. В левой ПВ давление меняется на участке между воротами почки и местом пересечения ПВ с верхней брыжеечной артерией. Это давление имеет обратную зависимость от скорости кровотока по закону Бернулли. Следовательно, колебания давления в левой ПВ будут повышают или понижают давление в левой надпочечниковой вене, не имеющей клапанного аппарата. Этот феномен вызывает повышение или понижение количества выделяемых гормонов надпочечника.

По закону Бернулли скорость и давление в трубке с разным сечением, диаметр, имеют обратную зависимость от объемной скорости кровотока. Данный постулат соответствует «уравнению гемодинамического энергоданса», которое связывает изменение полной энергии кровеносной системы на участке между двумя сечениями. На основании этого был сделан вывод, что полная удельная энергия зависит от положения сосуда в пространстве [20]. Поэтому, если энергия движения крови в сосуде с пульсирующими стенками постоянна, то объемные скорости течения (V) на концах сосуда тоже равны. Закон Бернулли, уравнение гемодинамического энергоданса еще раз показывают тесную взаимосвязь работы АМП, левой ПВ и вены левого надпочечника. Из всех анатомических «участников» единственным, способным с большей вероятностью быть причиной, чем следствием, звеном является аорто-мезентериальный «пинцет».

Пример: мужчина 29 лет, обследовался по поводу варикоцеле. Исходный уровень АД 105–110/70 мм рт. ст. При объективном осмотре, лабораторном, ультразвуковом обследовании в «В»-режиме данных за патологию почек не обнаружено. Стандартное доплерографическое исследование почечных артерий: скоростные показатели в

пределах нормы, RI справа – 0,66, слева – 0,71. Левая почечная вена вблизи ворот почки расширена до 13,5 мм, кровоток в преаортальном сегменте замедлен до 13,3 см/сек. В аортальном сегменте вена сужена до 2 мм, кровоток в этой проекции ускорен до 116 см/с. При полипозиционном. в шести статических состояниях, обследовании выявлена вариативность по всем параметрам.

Применен разработанный нами ультразвуковой способ фиксированного датчика, который отличается тем, что датчик устанавливается строго перпендикулярно плоскости спины и параллельно позвоночнику, что позволяет улавливать все изменения почечек. С помощью тригонометрических формул вычисляли углы ротации в трех плоскостях и в шести положениях и их сумму. Определяли индексы резистентности (ИР) и максимальные и минимальные скорости венозного кровотока, их разницу, что отражено в таблице 4. Ранее нами определено, что значимые гемодинамические нарушения в почках происходят при сумме углов ротации (СУР) более 70° . Справа на спине, на левом боку и стоя СУР выше и близка к 70° . Слева на левом боку СУР равна 88° . Максимальная V_{ven} выявлена слева в положении на животе (26 см/с), на левом боку (23 см/с), на правом боку (25 см/с); справа показатели ниже 15 см/с (табл. 4).

Таблица 4 – Данные полипозиционного ультразвукового и доплерографического исследования пациента К. 29 лет

Пациент, год рождения, пол	Почка сторона	Максимальный размер	На спине	На животе	На левом боку	На правом боку	Сидя	Стоя
К. 1988 М	Правая ИР $V_{venmax} / \min V_{ven}$	107x51	97x41 0,69 16/0 16	92x49 0,70 19/6 13	89x50 0,66 23/7 14	107x46 0,68 13,7/0 13,7	89x48 0,66 19/9 10	95x44 0,62 29/17 12
Ротация в плоскости		Горизонт (horizontal) Фронтальн Сагитталь	25 36 11	31 16 8	33 11 28	0 25 22	33 19 5	28 30 18
Сумма углов ротации			72	55	72	47	57	76
	Левая ИР $V_{venmax} / \min V_{ven}$	108x43	91x39 0,69 16/5 11	102x43 0,69 26/0 26	96x38 0,71 23/0 23	98x43 0,71 25/0 25	106x43 0,62 24/8 16	98x41 0,63 14/9 5
Ротация в плоскости		Горизонт Фронталь Сагитталь	32 25 12	19 0 10	28 28 32	25 0 35	11 0 17	25 17 15
Сумма углов ротации			69	29	88	60	28	57

Максимальное АД определено в положении стоя (116/78 мм рт. ст.), минимальное – на левом боку (81/48 мм рт. ст. При оценке характера колебаний ДГЭА и Т при переходе из положения с минимальной V_{ven} (стоя) в положение с максимальной V_{ven} (левый бок, а не положение на животе, где $V_{ven} = 26$ см/с, забор крови технически сложен), амплитуда колебаний Т составила 1,49 нмоль/л, а ДГЭА – 0,34 кмоль/л. При этом с повышением V_{ven} , уровень ДГЭА (стоя 8,58, на левом боку 8,92) и Т (стоя 13,01, на левом боку 14,5) повышался. Данные результаты свидетельствуют о том, что давление в левой ПВ повышается настолько, что левый надпочечник реагирует выбросом дополнительного уровня гормонов.

Минимальная скорость венозного кровотока отмечена в правой почке на правом боку, в левой почке на животе, на правом и левом боку (рис. 1–5).

По закону Бернулли объемная скорость кровотока в разных участках почечной вены величина постоянная для данной вены. Чем выше скорость, тем меньше диаметр и давление в сосуде. При всех равных топографо-анатомических условиях левой почеч-

ной вены ротация с СУР 88° объясняет повышение V_{ven} более, чем 22 см/сек лишь в положении на левом боку. Какова же причина повышения $V_{ven,max}$, V_{ven} в положении на животе и на правом боку, а также $V_{ven,min}$ равное нулю, что свидетельствует об отсутствии тока крови в диастолу в ПВ. Такой структурой может быть аортomezентериальный пинцет. Если рассуждать сегодняшними категориями мышления, то можно думать о стенозе в зоне АМП. Если учитывать объемную скорость кровотока и рассматривать диаметр левой ПВ с позиции окружности, то при прохождении одного и того же объема крови у ворот почки и в области сужения оказывается, что в месте сужения может пройти лишь объем в 5,22 раза меньший, чем у ворот. Значит, мы имеем дело с эллипсом, а не окружностью с диаметром 2 мм. Следовательно, вена на данном отрезке венозной системы (аорто-мезентериальный «пинцет») в положении на правом боку сдавлена, имеет форму эллипса с диаметрами 2 и 10,2 мм. Такие же расчеты можно произвести для каждого положения, и мы получим совершенно разные результаты. Таким образом такие показатели как давление, скорость, диаметр в левой ПВ и в зоне АМП лабильны, взаимозависимы и влияют на активность коры надпочечника.

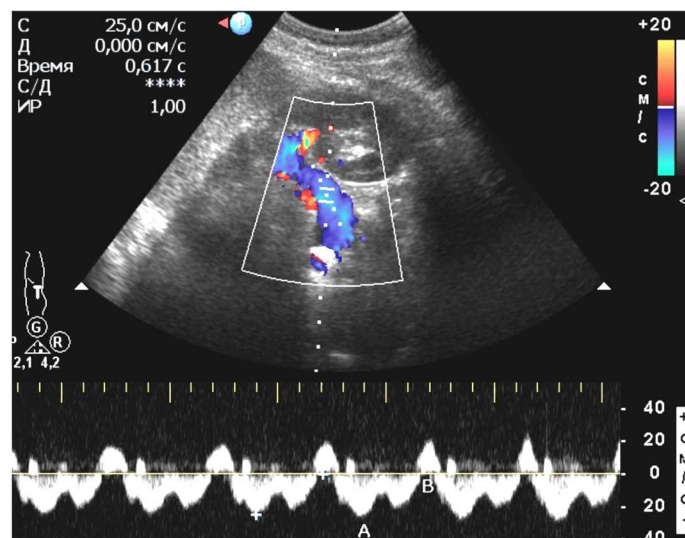


Рисунок 1 – Пациент К. Кровоток в левой почечной вене на уровне ворот (триплексный режим; положение больного на правом боку, задержка дыхания на неглубоком выдохе): А – максимальная скорость в почечной вене $V_{ven,max} = 25$ см/с; В – минимальная скорость в почечной вене $V_{ven,min} = 0$ см/с; $V_{ven} = 25$ см/с – признаки нарушения оттока

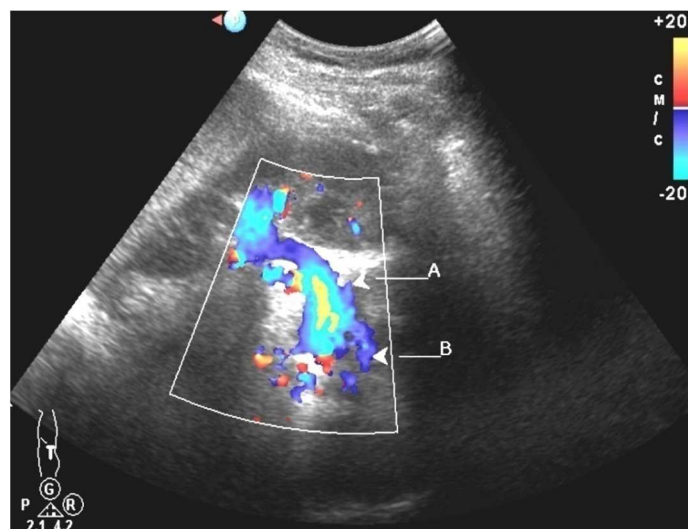


Рисунок 2 – Пациент К. Левая магистральная почечная вена (дуплексный) режим): А – расширенная левая магистральная почечная вена; В – впадение левой яичниковой вены в почечную вену

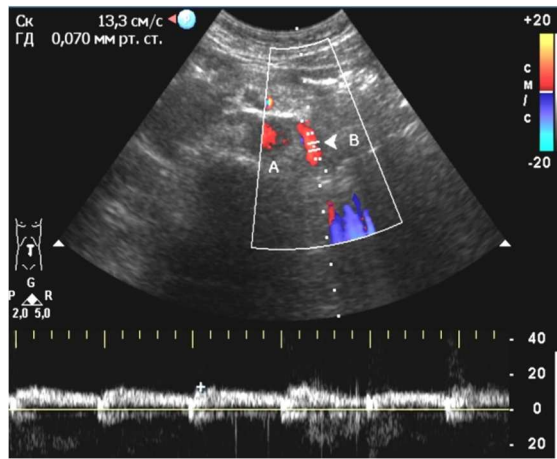


Рисунок 3 – Пациент К. Замедление кровотока в преаортальном сегменте и почечной вены (триплексный режим):
 А – аорта (поперечное сечение);
 В – левая почечная вена;
 скорость венозного кровотока – 13,3 см/с.

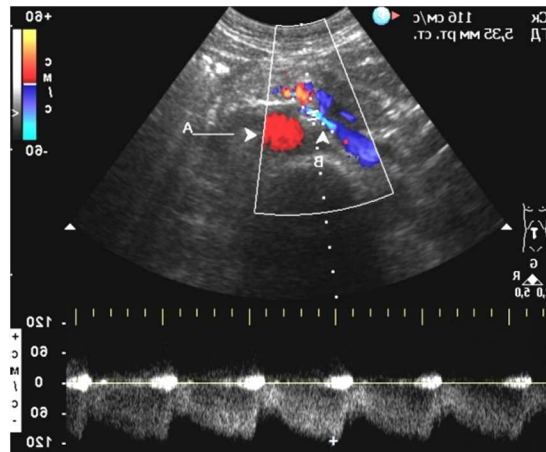


Рисунок 4 – Пациент К. (триплексный режим):
 А – поперечное сечение аорты;
 В – контрольный объем в области аортального сегмента ЛПВ.
 Ускорение кровотока в ЛПВ на уровне «пинцета» до 116 см/с.

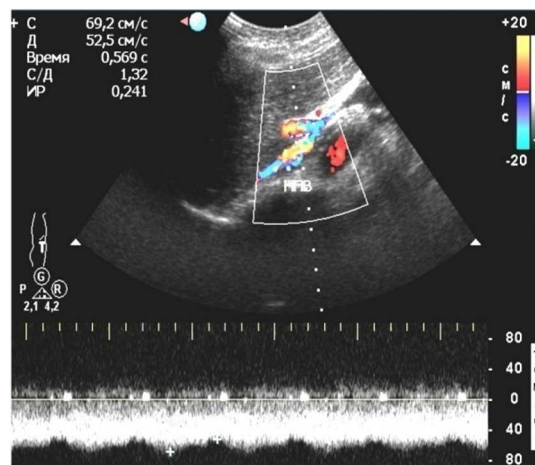


Рисунок 5 – Пациент К. Кровоток в нижней полой вене на уровне впадения почечных вен (триплексный режим, положение больного на левом боку):
 максимальная скорость в НПВ $V_{venmax} = 69,2$ см/с;
 минимальная скорость в НПВ $V_{venmin} = 52,5$ см/с;
 ($V_{ven} = 16,7$ см/с).

Максимальное АД определено в положении стоя (116/78 мм рт. ст.), минимальное – на левом боку (81/48 мм рт. ст. При оценке характера колебаний ДГЭА и Т при переходе из положения с минимальной V_{ven} (стоя) в положение с максимальной V_{ven} (левый бок, а не положение на животе, где $V_{ven} = 26$ см/с, забор крови технически сложен), амплитуда колебаний Т составила 1,49 нмоль/л, а ДГЭА – 0,34 кмоль/л. При этом с повышением V_{ven} уровень ДГЭА (стоя 8,58, на левом боку 8,92) и Т (стоя 13,01, на левом боку 14,5) повышался. Данные результаты так же свидетельствуют о том, что давление в левой ПВ повышается настолько, что левый надпочечник реагирует выбросом дополнительного уровня гормонов.

Для подтверждения права на применение полипозиционного ультразвукового исследования и математических расчетов, оценки гемодинамических данных, доказательства мгновенного гормонального ответа надпочечниково – тестикулярной системы на позиционные колебания давления в левой ПВ, состоятельности аксиомы о регуляторной роли аорто-мезентериального «пинцета» выполнена КТ с флебографией (рис. 6–8).



Рисунок 6 – «Пинцет» сформирован не между аортой и верхнебрыжеечной артерией, а в 2–3 см дистальнее, при пересечении с почечной артерией:

- 1 – аорта; 2 – левая почечная вена; 3 – начало сужения левой почечной вены;
4 – верхнебрыжеечная артерия; 5 – левая почечная артерия

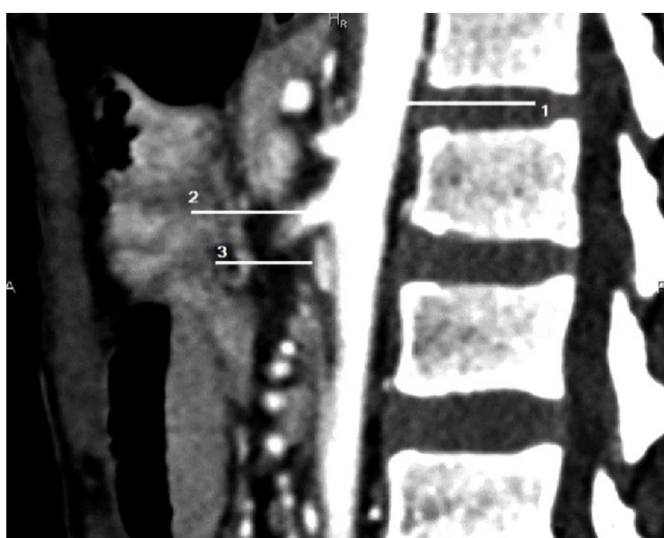


Рисунок 7 – Сагиттальный срез:

- 1 – аорта; 2 – верхнебрыжеечная артерия; 3 – эллипсовидная почечная вена

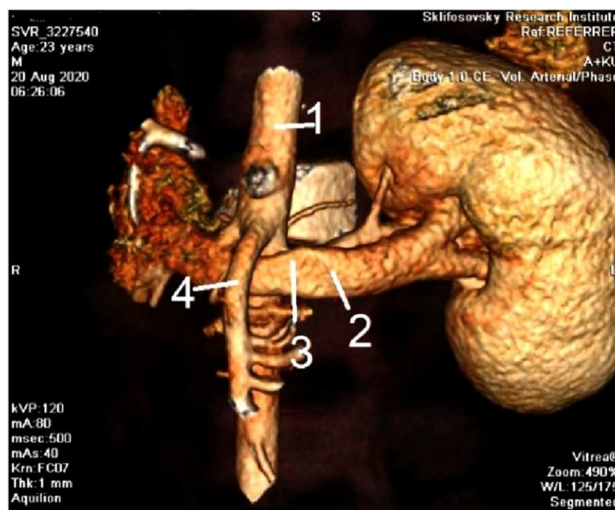


Рисунок 8 – Фронтальный срез:

1 – аорта; 2 – вернебрыжеечная артерия;
3 – левая почечная вена в зоне сужения; 4 – левая почечная вена

Выводы. Колебания давления в левой почечной вене позиционнозависимы, являются фактором, влияющим на общую гемодинамику, надпочечниково-тестикулярную систему, повышение давления в левой почечной вене аорто-мезентериальный «пинцет» следует рассматривать как регулятор давления в бассейне левой почечной вены и как основной фактор нарушения магистрального венозного кровотока левой почки. При диагностике нарушений магистрального венозного кровотока левой почки необходимо учитывать обе диагонали формирующегося и изменчивого эллипса в зоне сдавления левой ПВ.

Конфликт интересов. Авторы отрицают наличие конфликта интересов.

Литература:

1. Жуков О.Б., Верзин А.В., Пеньков П.Л. Регионарная почечная венная гипертензия и левостороннее варикоцеле // Андрология и генитальная хирургия. – 2013. – № 14 (3). – С. 29–37.
2. Капто А.А. Диагностическая значимость флеботонометрии при определении показаний к рентгеноэндоваскулярной ангиопластике и стентированию.
3. Choice of surgical correction of varicocele based on the characteristics of venous hemodynamics / O.V. Loran [et al.]. – Urologia. – 2006. – № 5. – P. 24–30.
4. Виноградов И.В. Применение эндоскопического клипирования яичковой вены в забрюшинном пространстве в лечении варикоцеле, осложнённого патоспермией и бесплодием // Эндоскопическая хирургия. – 2000. – № 6. – 48 с.
5. Comparative evaluation of laparoscopic clipping of the testicle vein and MarMara's operation with varicocele / A.V. Latyshev [et al.] // Kremlovskaya medicine. – 2009. – № 2. – P. 10–12.
6. Мазо Е.Б., Корякин М.В., Евсеев Л.П. Роль функциональной взаимосвязи надпочечников и яичек в патогенезе бесплодия у больных с левосторонним варикоцеле // Урология и нефрология. – 1990. – № 2. – С. 50–58.
7. Skeletal metastases in 102 patients evaluated before surgery for renal cell carcinoma / C. Henriksson [et al.] // Scand. J. Urol. Nephrol. – 1992. – № 26. – 363. – URL : <https://www.ncbi.nlm.gov/pubmed/1292074>
8. Варианты архитектоники, гемодинамики левой почечной и яичковой вен и выбор патогенетически обоснованного метода хирургического лечения левостороннего варикоцеле / С.Н. Страхов [и др.] // Анналы хирургии. – 2014. – № 3. – С. 32–40.

9. Hargreave T.B. Varicocele. In: Hargreave TB (ed) // Male Infertility [Internet]. – Berlin : Springer-Verlag. – 1994. – P. 249–267. – URL : <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-1029-3>
10. Крупин В.Н., Уездный М.Н., Петрова П.И. Влияние оперативного лечения варикоцеле на развитие артериальной гипертензии // Урологические ведомости. – 2019. – Т. 9. – № 4. – С. 25–30. – URL : <https://doi.org/10.17816/uroved9425-30>
11. Шанина Е.Ю. Дуплексное сканирование с цветным доплеровским картированием в оценке гемодинамической значимости аортомезентериальной компрессии левой почечной вены / Сб. тезисов VII Международной конференции «Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине. АНГИОДОП 2000». – Сочи, 18–21 мая 2000 г. – М. : С-инфо, 2000. – URL : mks.ru/library/conf/angiodop/2000/urology/shan2.html
12. Лечение детей с венозной почечной и внепеченочной портальной гипертензией / М.Н. Сухов [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – Т. XVII. – № 3. – С. 135.
13. Состояние кровотока в левой почечной вене при оперативном лечении варикоцеле / В.Н. Крупин [и др.] // Урологические ведомости. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 33–38.
14. Endovascular stenting in the treatment of pelvic vein congestion caused by nutcracker syndrome: lessons learned from the first five cases / O. Hartung [et al.] // J. Vasc. Surg. – 2005. – Vol. 42 (2). – P. 275–280.
15. Крупин В.Н., Уездный М.Н., Петрова П.И. Влияние оперативного лечения варикоцеле на развитие артериальной гипертензии // Урологические ведомости. – 2019. – Т. 9. – № 4. – С. 25–30. – URL : <https://doi.org/10.17816/uroved9425-30>
16. Резекция и реимплантация почечной вены при ее стенозе в аортомезентериальном «пинцете» / А.В. Покровский [и др.] // Ангиология и сосудистая хирургия. – 1998. – № 2. – С. 131–138.
17. Дан В.Н., Кунцевич Г.И., Сапелкин С.В. Варикоцеле и регионарная венозная почечная гипертензия: современные представления об этиопатогенезе, выбор тактики лечения // Ангиология сегодня. – 2002. – № 9. – С. 2–8.
18. Liebl R. Nutcracker phenomenon or nutcracker syndrome? // Nephrol Dial Transplant. – 2005. – Vol. 20. – P. 201.
19. Литвицкий П.Ф. Нарушения регионарного кровотока и микроциркуляции // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2020. – Т. 19. – № 1 (73). – С. 82–92.
20. Тонян А.Г., Татевосян А.С., Бунякин А.В. Математическое моделирование работы аорто-мезентериального «пинцета», влияющего на взаимоотношения дегидроэпиандростендиона и тестостерона у лиц с варикоцеле // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2020. – Т. 17. – № 1–2. – С. 81–91.
21. Pelvic congestion syndrome: etiology of pain, diagnosis, and clinical management / D. Phillips [et al.] // J. Vasc. Interv. Radiol. – 2014. – Vol. 25 (5). – P. 725–733.
22. Алгоритм обследования женщин с синдромом тазовой боли при подозрении на варикозную болезнь вен таза / Гус А.И. [и др.] // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 6. – С. 83–85.
23. Изменения архитектоники вен, дренирующих лозовидное сплетение, и показателей сперматогенеза у больных с впервые выявленным и рецидивным варикоцеле / Н.Г. Осипов [и др.] // Андрология и генитальная хирургия. – 2014. – Т. 15. – № 2. – С. 30–36.
24. Красавин Г.В., Красавин В.А., Гаврилов С.Г. Эндоваскулярные вмешательства в лечении синдрома тазового венозного полнокровия // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2019. – Т. 24. – № 2. – С. 44–51.
25. Тонян А.Г., Халафян А.А., Татевосян А.С. Многомерный анализ в прогнозировании осложнений патологической подвижности почки // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2011. – № 3. – С. 113–115.

26. Способ ранней диагностики нарушения венозного оттока из «бассейна» почечных вен (патент № 2712001 от 23 января 2020 г.) / С.Н. Алексеенко [и др.].

27. Позиционные изменения магистрального кровотока левой почки у мужчин с варикоцеле и бесплодием / С.Н. Алексеенко [и др.] // Урология. – 2014. – № 1. – С. 28–32.

Literature:

1. Zhukov O.B., Verzin A.V., Penkov P.L. Regional renal venous hypertension and left-sided varicocele // *Andrology and Genital Surgery*. – 2013. – № 14 (3). – P. 29–37.

2. Капто А.А. Diagnostic significance of phlebtonometry in determining indications for radiopaque endovascular angioplasty and stenting.

3. Choice of surgical correction of varicocele based on the characteristics of venous hemodynamics / O.B. Loran [et al.]. – *Urologiia*. – 2006. – № 5. – P. 24–30.

4. Vinogradov I.V. Application of endoscopic clipping of testicular vein in retroperitoneal space in treatment of varicocele, complicated with pathospermia and infertility // *Endoscopic surgery*. – 2000. – № 6. – 48 p.

5. Comparative evaluation of laparoscopic clipping of the testicle vein and MarMara's operation with varicocele / A.V. Latyshev [et al.] // *Kremlovskaya medicine*. – 2009. – № 2. – P. 10–12.

6. Mazo Ye.B., Koryakin M.V., Evseev L.P. The role of functional relationship between adrenal glands and testicles in pathogenesis of infertility in patients with left-sided varicocele // *Urology and nephrology*. – 1990. – № 2. – P. 50–58.

7. Skeletal metastases in 102 patients evaluated before surgery for renal cell carcinoma / C. Henriksson [et al.] // *Scand. J. Urol. Nephrol*. – 1992. – № 26. – 363. – URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1292074>

8. Variants of architectonics, hemodynamics of left renal and testicular veins and choice of pathogenetically justified method of surgical treatment of left-sided varicocele / S.N. Strakhov [et al.] // *Annals of Surgery*. – 2014. – № 3. – P. 32–40.

9. Hargreave T.B. Varicocele. In: Hargreave TB (ed) // *Male Infertility* [Internet]. – Berlin : Springer-Verlag. – 1994. – P. 249–267. – URL : <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-1029-3>

10. Krupin V.N., Uzdny M.N., Petrova P.I. Effect of surgical treatment of varicocele on the development of arterial hypertension // *Urological Bulletin*. – 2019. – Vol. 9. – № 4. – P. 25–30. – URL : <https://doi.org/10.17816/uroved9425-30>

11. Shanina E.Yu. Duplex scanning with color Doppler mapping in evaluation of hemodynamic significance of aortomesenteric compression of the left renal vein / Theses of VII International Conference «Modern state of methods of noninvasive diagnostics in medicine. ANGIODOP 2000». – Sochi, May 18–21, 2000. – M. : S info, 2000. – URL : mks.ru/library/conf/angiodop/2000/urology/shan2.html.

12. Treatment of children with venous renal and extrahepatic portal hypertension / M.N. Sukhov [et al.] // *Bulletin of new medical technologies*. – 2010. – VOL. XVII. – № 3. – P. 135.

13. State of blood flow in the left renal vein during surgical treatment of varicocele / V.N. Krupin [et al.] // *Urologicovedomosti*. – 2020. – Vol. 10. – № 1. – P. 33–38.

14. Endovascular stenting in the treatment of pelvic vein congestion caused by nutcracker syndrome: lessons learned from the first five cases / O. Hartung [et al.] // *J. Vasc. Surg*. – 2005. – Vol. 42 (2). – P. 275–280.

15. Krupin V.N., Uzdnyi M.N., Petrova P.I. Effect of surgical treatment of varicocele on the development of arterial hypertension // *Urological Bulletin*. – 2019. – Vol. 9. – № 4. – P. 25–30. – URL : <https://doi.org/10.17816/uroved9425-30>

16. Resection and reimplantation of the renal vein at its stenosis in the aortomesenteric «pincer» / A.V. Pokrovsky [et al.] // *Angiology and Vascular Surgery*. – 1998. – № 2. – P. 131–138.
17. Dan V.N., Kuntsevich G.I., Sapelkin S.V. Varicocele and regional venous renal hypertension: modern views on etiopathogenesis, choice of treatment tactics // *Angiology today*. – 2002. – № 9. – P. 2–8.
18. Liebl R. Nutcracker phenomenon or nutcracker syndrome? // *Nephrol Dial Transplant*. – 2005. – Vol. 20. – P. 201.
19. Litvitsky P.F. Disorders of regional blood flow and microcirculation // *Regional blood circulation and microcirculation*. – 2020. – Vol. 19. – № 1 (73). – P. 82–92.
20. Tonyan A.G., Tatevosyan A.S., Bunyakin A.V. Mathematical modeling of aortomesenteric «pincer» operation influencing dehydro-epiandrosterone and testosterone interrelation in persons with varicocele // *Environmental newsletter of scientific centers of the Black Sea Economic Cooperation*. – 2020. – Vol. 17. – № 1–2. – P. 81–91.
21. Pelvic congestion syndrome: etiology of pain, diagnosis, and clinical management / D. Phillips [et al.] // *J. Vasc. Interv. Radiol*. – 2014. – Vol. 25 (5). – P. 725–733.
22. Algorithm of examination of women with pelvic pain syndrome in suspected pelvic varicose veins / Gus A.I. [et al.] // *Siberian Medical Journal*. – 2011. – № 6. – P. 83–85.
23. Changes in the architectonics of veins draining the lozenge plexus and spermatogenesis indices in patients with newly detected and recurrent varicocele / N.G. Osipov [et al.] // *Andrology and genital surgery*. – 2014. – Vol. 15. – № 2. – P. 30–36.
24. Krasavin G.V., Krasavin V.A., Gavrilov S.G. Endovascular interventions in the treatment of pelvic venous congestion syndrome // *Bulletin of the Ivanovo Medical Academy*. – 2019. – Vol. 24. – № 2. – P. 44–51.
25. Tonyan A.G., Khalafyan A.A., Tatevosyan A.S. Multivariate analysis in predicting complications of pathological kidney motility // *Proceedings of Higher Educational Institutions. North Caucasus region. Natural Sciences*. – 2011. – № 3. – P. 113–115.
26. A method of early diagnostics of venous outflow disturbances from the «basin» of the renal veins (patent 12712001 from January, 23, 2020) / S.N. Alekseenko [et al.].
27. Positional changes in the main blood flow of the left kidney in men with varicocele and infertility / S.N. Alekseenko [et al.] // *Urology*. – 2014. – № 1. – P. 28–32.

К ВОПРОСУ О ЛЕКСИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЯХ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

ON THE ISSUE OF LEXICAL EXERCISES IN FOREIGN LANGUAGE CLASSES

Е.В. Тымчук

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Вопрос о формировании и развитии иноязычной коммуникативной компетенции на занятиях по английскому языку в неязыковом вузе является достаточно актуальным. В данном ключе целесообразно разработать комплекс эффективных упражнений, которые качественно изменят подход к иностранному языку на современном этапе обучения в неязыковом вузе, а также обеспечат более высокий уровень лингвистической мотивации студентов технических направлений. В статье рассмотрены виды лексических упражнений и возможности их применения на практике.

Ключевые слова: иноязычная коммуникативная компетенция, мотивация, лексические упражнения, виды речевой деятельности, трансформация.

E.V. Tymchuk

Kuban State Technological University

Annotation. The question of the formation and development of foreign language communicative competence in English lessons at a non-linguistic university is quite relevant. In this vein, it is advisable to develop a set of effective exercises that will qualitatively change the approach to a foreign language at the current stage of training in a non-linguistic university, as well as provide a higher level of linguistic motivation for students in technical fields. The article discusses the types of lexical exercises and the possibilities of their application in practice.

Keywords: foreign language communicative competence, motivation, lexical exercises, types of speech activity, transformation.

Одним из видов упражнений на развитие иноязычной коммуникативной компетенции являются лексические упражнения. Они характерны для отработки всех видов речевой деятельности и имеют следующие особенности. Во-первых, данные упражнения должны составлять неотъемлемую часть объяснения, выполняя иллюстративную, разъяснительную и контролирующую функции [1,2]. Во-вторых, новые лексические единицы должны предъявляться в знакомом лексическом окружении и уже усвоенных грамматических формах и структурах. В-третьих, в упражнениях следует предусматривать не только элементарные операции, но и сложные умственные действия, развивающие творческие возможности студентов и позволяющие им уже на данном этапе первичного закрепления использовать вновь введенный материал в речевой деятельности, в первую очередь, в устных формах общения – слушании и говорении [3].

Важно также определить типологию упражнений, которые служат для закрепления и развития лексических навыков. Среди них можно выделить две подсистемы – подготовительные и речевые упражнения.

С помощью подготовительных упражнений усваивается форма и значение языковых явлений (в данном случае лексических единиц), а также действия с ними как ком-

понентами речевой деятельности [4]. Типология подготовительных упражнений формируется с учетом последовательности навыков и характера операций, лежащих в их основе [5]. Поскольку навык определяется как «закрепленные операции», то в каждый вид должны входить упражнения, обеспечивающие достаточное повторение новых языковых явлений, в данном случае лексических единиц, в различных сочетаниях и в разном, хотя и несложном контексте [6]. Сравним, например, упражнения в дифференциации и трансформации, в которых предусмотрен выбор. Однако для дифференциации достаточно располагать лишь набором различных признаков, что же касается трансформации, связанной с заменой и преобразованием структур, то здесь также имеет место выбор, однако он основывается на более сложных логико-смысловых операциях, связанных с пониманием соотношений между ядерной и производной моделью.

Речевые упражнения, как правило, отрабатываются на текстах, обладающих значительным потенциалом в плане решения не только коммуникативных, но и познавательных задач [7]. При выполнении этих упражнений актуализация новых слов должна проводиться на уровне непроизвольного к ним внимания, поскольку мнемическая задача несовместима с одновременным выполнением логико-смысловых задач, т.е. активной переработкой воспринимаемой информации или порождением собственной речи.

Примерами указанных выше упражнений на занятиях по английскому языку в неязыковых вузах могут стать задания на определение на слух слов, относящихся к одному синонимическому, антонимическому ряду или к одной части речи и т.д. Также это могут быть упражнения на прослушивание текста, содержащего новый словарный материал, и повторение его за диктором, ответы на вопросы диктора, определение значений незнакомых производных слов, дополнение предложений по определенным образцам [8, 9]. Также предусмотрена отработка фразовых глаголови глаголов, участвующих в образовании особых конструкций, составление с ними предложений. Эффективными заданиями могут стать дополнение предложений, поиск окончания каждого предложения из трех – четырех вариантов, выбор предложений, относящихся к одной теме [10], заполнение пропусков словами и словосочетаниями, подходящими по смыслу, расширение, сокращение и замещение предложений по образцу, замена сложноподчиненных предложений двумя простыми, не изменяя содержание, и прочие задания.

Литература:

1. Лихачева О.Н. Иностранный язык в неязыковом техническом вузе // Педагогика. – 2020. – № 4. – С. 88–97.
2. Лихачева О.Н. К вопросу о коммуникативном обучении иностранному языку в неязыковом вузе // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 7. – С. 144–146.
3. Лихачева О.Н. Особенности подготовки обучающего материала по деловому иностранному языку // ШАГ В НАУКУ. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции с участием студентов. – Махачкала, 2020. – С. 465–469.
4. Лихачева О.Н. Особенности совместной научной деятельности со студентами в контексте современного вуза // Молодежь в трансформирующемся обществе: настоящее и будущее. Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию АГУ. – Майкоп, 2020. – С. 217–219.
5. Лихачева О.Н., Беденко Д.Е. Обучение иностранному языку в современных условиях в контексте технического вуза // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – Краснодар, 2020. – № 5. – С. 70–76.
6. Лихачева О.Н., Беденко Д.Е. Оптимизация учебного процесса в сфере иностранного языка как залог успешного продвижения будущего инженера // Профнавигация молодежи. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. – Краснодар, 2019. – С. 64–69.

7. Лихачева О.Н., Ковалевская Е.С. К вопросу о современных методиках обучения иностранному языку в техническом вузе // Referatotech: материалы международной научно-практической конференции в 3-ех томах. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 230–232.
8. Лихачева О.Н., Королева Ю.В. Оптимизация в техническом вузе – особенности реализации в академическом процессе // Referatotech: материалы международной научно-практической конференции в 3-ех томах. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 91–94.
9. Лихачева О.Н., Орловский Д.В. Особенности личностно-ориентированного подхода к изучению иностранного языка // Referatotech: материалы международной научно-практической конференции в 3-ех томах. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 233–235.
10. Лихачева О.Н., Полякова В.В. Общее представление о проектировании в педагогике // Referatotech: материалы международной научно-практической конференции в 3-ех томах. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 101–103.

Literature:

1. Likhacheva O.N. Foreign language in a non-language technical university // Pedagogy. – 2020. – № 4. – P. 88–97.
2. Likhacheva O.N. To the question of communicative teaching of foreign language in a non-linguistic university // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 7. – P. 144–146.
3. Likhacheva O. N. Features of the preparation of training material on business foreign language // in the collection: STEP IN SCIENCE. Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference with the participation of students. – Makhachkala, 2020. – P. 465–469.
4. Likhacheva O.N. Features of joint scientific activity with students in the context of a modern university // In the collection: Youth in the transforming society: the present and the future. Materials of All-Russian Scientific-Practical Conference, dedicated to the 80th anniversary of ASU. – Maykop, 2020. – P. 217–219.
5. Likhacheva O.N., Bedenko D.E. Foreign language teaching in modern conditions in the context of a technical university // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of the Kuban State Technical University». – Krasnodar, 2020. – № 5. – P. 70–76.
6. Likhacheva O.N., Bedenko D.E. Optimization of educational process in the sphere of foreign language as a guarantee of successful advancement of future engineer // In the collection: Profnavigatsiya juvenile. Proceedings of the II International scientific-practical conference. – Krasnodar, 2019. – P. 64–69.
7. Likhacheva O.N., Kovalevskaya E.S. To the question of modern methods of teaching foreign language in a technical university // In the collection: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference in three volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 230–232.
8. Likhacheva O.N., Koroleva Y.V. Optimization in a technical university – peculiarities of implementation in the academic process // In the collection: Materials of the International Scientific-Practical Conference in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 91–94.
9. Likhacheva O.N., Orlovsky D.V. Features of a personality-oriented approach to the study of a foreign language // In the collection: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference in 3 volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 233–235.
10. Likhacheva O.N., Polyakova V.V. General idea of design in pedagogy // In the collection: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference in three volumes. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 101–103.

**ЛОГИКА ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНОГО АППАРАТА ДИССЕРТАЦИОННОГО
ИССЛЕДОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ФИЛОСОФСКИХ НАУК)**

**THE LOGIC OF THE STRUCTURE OF THE SCIENTIFIC
APPARATUS OF THE DISSERTATION RESEARCH
(ON THE EXAMPLE OF THE PHILOSOPHICAL SCIENCES)**

Хакуз Пшимаф Муратович

доктор философских наук, профессор,
профессор кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
prof.hakuz@mail.ru

Корсакова Лидия Викторовна

кандидат философских наук,
доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
likors@rambler.ru

Аннотация. Проанализирован научный аппарат нескольких диссертационных исследований. Обнаружены смысловые связи между ключевыми элементами научного исследования: от определения темы до формулировки выводов. Даны некоторые практические рекомендации, которые могут быть полезны не только при подготовке диссертационного исследования по гуманитарным наукам – ими можно руководствоваться при оформлении результатов научных разработок в других областях научного знания и не только в виде диссертации, но и в виде публикаций.

Ключевые слова: научное исследование, научный аппарат, структура научного исследования, тема, проблема, гипотеза, диссертационное исследование.

Hakuz Przymaf Muratovich

Doctor of Philosophy, Professor,
Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
prof.hakuz@mail.ru

Korsakova Lidia Viktorovna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
likors@rambler.ru

Annotation. The scientific apparatus of several dissertation studies is analyzed. Semantic connections between the key elements of scientific research are found: from the definition of the topic to the formulation of conclusions. Some practical recommendations are given that can be useful not only in the preparation of a dissertation research in the humanities – they can be guided by the design of the results of scientific developments in other areas of scientific knowledge and not only in the form of a dissertation, but also in the form of publications
Keywords: scientific research, scientific apparatus, structure of scientific research, topic, problem, hypothesis, dissertation research.

Тогда как тема диссертации – это свернутый смысл, который в работе должен быть раскрыт. И от ее формулировки зависит содержание работы, логика ее построения, система аргументации. Однако её необходимо трансформировать в *исследовательскую задачу*, что вызывает немалые трудности. Приведем примеры того, как эта трансформация реализована положительно. Тема «Проблема «ученого незнания» и апофатическая традиция в истории философии (от Сократа до Николая Кузанского)» – «Выявить эволюцию концепции «ученого незнания» в истории европейской мысли» [1]; тема «Художественные средства осуществления смысла в философском дискурсе» – «Анализ функции художественных средств в философском дискурсе [2].

В контексте сказанного рассмотрим следующий пример взаимообусловливания темы и цели исследования. В качестве основной исследовательской задачи в диссертации «Фольклор как духовное основание социально-личностного опыта» ставится раскрытие *эвристического потенциала* фольклора как одного из источников формирования личностного и социального опыта. На первый взгляд, все правильно. Однако под вопросом остается сама взаимосвязь фольклора и эвристики. Эвристика – это система логических приемов, методических правил теоретического исследования, метод обучения, способствующих развитию находчивости, активности. Очевидно, что частушки, пословицы или сказки никак не могут развивать теоретическое мышление. И не призваны вовсе! Если частушку или сказку начинать логически разбирать, раскладывать на концепции и понятия, то эффект будет нулевой или хуже того. В одном из нравственных писем к Луцилию Сенека пишет, что есть пилюли, которые нужно целиком глотать, а не разжевывать, иначе они не возымеют нужного воздействия. Если произведения фольклора начинать логически «разжевывать», они утратят всякий смысл. Поэтому правильно было бы изъять «*эвристический потенциал*» из формулировки цели исследования и просто сказать: «Раскрыть влияние фольклора на формирование социально-личностного опыта». Или, например: «Показать, что фольклор образует основу положительного социально-личностного опыта». В этом состоит исследовательская интрига данной темы.

Другим важным элементом научного исследования является *обоснование актуальности*. Что «заставляет жить» неизменные от века философские темы? Каждый учебник по философии выдаёт студенту практически полный набор философских проблем и подходов к их рассмотрению. А также сообщает, что «проблема бытия, как и вопросы о сущности мира, о его возникновении, развитии, о человеке и его отношении к миру, о смысле жизни разрабатывались в философии уже древними мудрецами» и продолжают волновать умы современников [3, с. 7]. Почему так происходит, это основной вопрос, который соискатель должен себе задать. Актуализация философской темы реализуется привязкой ее к личным приоритетам, интересам и опыту повседневности. Дело в том, что все философские темы потенциально актуальны, каждая из них ждет своего часа. В этом смысле нет *неактуальных* философских тем: актуальна та тема, на которую обращают внимание сегодня пытливые умы. При этом выбор той или иной темы происходит на основе, как утверждал А. Пятигорский, «хочу – не хочу»: «Актуально то, чего я хочу». Принцип «Хочу – не хочу» зависит от того, что интересно автору. «Интересно – это то, что раздражает мысль, вашу, мою, вот здесь, сейчас, а не останавливает мышление, не дает мысли остаться в привычных клише историко-философских, лингвистических, культурно-исторических или каких угодно еще концепций или идеологических конструкций» [4]. Аналогичную мысль высказывал еще раньше М. Хайдеггер: «Мы можем то, что нам желанно» [5, с. 33–35]. Мне желанно – следовательно, актуально.

Исходя из этих методологических позиций, в обосновании актуальности темы диссертационного исследования «Фольклор как духовное основание социально-личностного опыта» следовало, во-первых, поведать читателю, почему соискатель заинтересовался

данной темой, в чем ее проблематичность, почему и как она будоражит, раздражает мысль. Во-вторых, тему нужно связать с тем, что происходит сегодня вокруг нас: в условиях жесткой технизации всех сторон жизни и всемирной эпидемии, в результате чего общение между людьми минимизировано, а, следовательно, социальное начало в человеке интенсивно вымывается, фольклор может стать неким спасением. В-третьих, произведения фольклора сами по себе имеют самостоятельное исследовательское значение, что не лишне показать. Если рассуждать по этой схеме, получится текст с обоснованием актуальности темы «Фольклор как духовное основание социально-личностного опыта». Изначальный же вариант актуальности больше затемняет, чем проясняет.

Дальше – *степень разработанности темы*. Зачем в диссертации нужен такой раздел? Анализ литературы должен показать, что сделано, а что еще нет по заявленной теме. В результате скрупулезного изучения литературы соискатель должен найти свое собственное поле возделывания, нащупать свою исследовательскую нишу. Словом – без демаркации известного и неизвестного по заявленной теме невозможно сколь-нибудь значимое исследование. Простое перечисление знаменитых авторов, чем увлекаются многие соискатели, ничего не значит.

Часто бывает, что из предложенного в диссертации анализа литературы никак не вытекает, что нужно исследовать заявленную тему, а не какую-нибудь другую. Так происходит не только потому, что упущен немалый массив литературы, посвященный тем или иным аспектам рассматриваемой темы. Нередко причиной неопределенности собственной исследовательской ниши становится неверная организация, классификация проработанных источников – чаще всего соискатели увлекаются простым перечислением имен, громких и не очень, оставляя без внимания содержательный анализ. И в первом и во втором случае можно рекомендовать соискателям анализировать не только текст публикации или книги, но также тщательно прорабатывать ссылки, сноски и списки источников, приводимые в них. Так например, используя этот прием, авторы статьи «Философия звука: семиотический подход в музыкальном образовании» [6] из множества подходов к знаковой природе музыки, описанных в обширной докторской диссертации Лазутиной Т.В. «Онто-гносеологические и аксиологические основания языка музыки» выделили проблемное поле для собственного исследования.

Новизна диссертационного исследования – это то, ради чего выполняется работа. Но при этом нельзя не сказать, что философская новизна никогда не является очевидной, остается весьма дискуссионной проблемой. По М. Хайдеггеру, результат философского творчества – новый поэзис, новый способ бытия языка; для Ж. Делеза итог философского творчества – новые концепты, умственные сущности [7, с. 47]. По мнению Г.Г. Шпета, участие философии в действительности есть мысль. Из этого несложно предположить, что содержание философской новизны – новая мысль. В качестве положительных примеров рождения мысли укажем на полученные аспирантами нашей кафедры результаты.

Тема «Философский сказ как постижение бытия». – В философском сказе звучащая речь и молчание обеспечивают глубину и развитие «Я-Ты» отношений; метафоризация позволяет воспроизводить образы, не проявленные в опыте» (Куземина Е.Ф.).

Тема «Проблема «ученого незнания» и апофатическая традиция в истории философии (от Сократа до Николая Кузанского)». – «Генезис философии обусловлен единством философского вопрошания («знающего незнания») и возникшей на этой апофатической основе философской саморефлексии» (Оплетаева О.Н.)

Новизна касается новизны полученных результатов, они должны быть представлены в данном разделе четко, выражены ясно и недвусмысленно. Кроме того, пункты новизны и тезисы, выносимые на защиту должны быть соизмеримы с заявленной темой, исследовательской целью и задачами.

Ограничимся следующим кратким выводом относительно рассмотренных в статье особенностей упорядочения структурных элементов научной работы. Кандидатская диссертация, как особый жанр литературы, подчинена правилам, имеет особенную композицию, в которой форма и содержание друг друга обуславливают. Знание этих особенностей и некоторое усердие в следовании правилам обеспечат соискателю успех.

Литература:

1. Оплетаетова О.Н. Проблема «ученого незнания» и апофатическая традиция в истории философии // От Сократа до Н. Кузанского: дис. ... канд. филос наук / Южный федеральный университет. – Ростов н/Д, 2008.
2. Корсакова Л.В. Художественные средства осуществления смысла в философском дискурсе: дис. ... канд. филос наук / Кубанский государственный университет. – Краснодар, 2005.
3. Корсакова Л.В., Оплетаетова О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии: учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.
4. Пятигорский А.. Мышление и наблюдение. Четыре лекции по наблюдательной философии // Рижский философский симпозиум. Liepnieks & Ritups, 2002 // Электронная публикация: Центр гуманитарных технологий. – 20.11.2007. – URL : <https://gtmarket.ru/library/basis/1471>. (Дата обращения 12.02.2021).
5. Хайдеггер М. Разговор на проселочной дороге. Избранные статьи позднего периода творчества. – М. : Высшая школа, 1991. – 192 с.
6. Корсакова Л.В., Оплетаетова О.Н. Философия звука: семиотический подход в музыкальном образовании // Материалы III международной научно-практической конференции «Филологические и социокультурные вопросы науки и образования». – Краснодар, 2018. – С. 897–903.
7. Семенова В.Е., Исаков А.Н. Философское творчество»: между Сциллой традиции и Харибдой авангарда // Вопросы философии. – М., 2004. – № 4. – С. 47–53.

Literature:

1. Opletaeva O.N. The problem of «scholarly ignorance» and the apophatic tradition in the history of philosophy // From Socrates to N. Kuzanski: Ph. Cand. in Philosophy / Southern Federal University. – Rostov n/D, 2008.
2. Korsakova L.V. Artistic Means of Realizing Meaning in Philosophical Discourse: Cand. D. in Philosophy / Kuban State University. – Krasnodar, 2005.
3. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of Being and Cognition in Contemporary Philosophy: Textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.
4. Pyatigorsky A. Thinking and Observation. Four Lectures on Observational Philosophy // Riga Philosophical Symposium. Liepnieks & Ritups, 2002 // Electronic publication: Center of Humanitarian Technologies. – 20.11.2007. – URL : <https://gtmarket.ru/library/basis/1471>. (Date of reference 12.02.2021).
5. Heidegger M. Conversation on a Country Road. Selected articles from the late period of his work. – М. : The Higher School, 1991. – 192 p.
6. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: a semiotic approach in music education // Materials of the III International scientific-practical conference «Philological and socio-cultural issues of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.
7. Semenikova V.E., Isakov A.N. Philosophical Creativity: Between the Scylla of Tradition and Charybdis of Avant-garde // Voprosy filosofii. – М., 2004. – № 4. – P. 47–53.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ФИЛОСОФСКИХ НАУК)**

**THE DETERMINATION OF THE TOPIC OF THE DISSERTATION RESEARCH
(ON THE EXAMPLE OF THE PHILOSOPHICAL SCIENCES)**

Хакуз Пшимаф Муратович

доктор философских наук, профессор,
профессор кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
prof.hakuz@mail.ru

Оплетаева Олеся Николаевна

кандидат философских наук,
доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
opleole@gmail.com

Аннотация. Цель статьи – показать необходимые связи между формулировкой темы исследования и его структурой. Приведены примеры удачно найденных формулировок. Авторы дают рекомендации, которым следует следовать при составлении темы диссертации. Рекомендации не ограничиваются областью гуманитарных наук и могут быть полезны и в других научных областях и формах представления результатов научных исследований.

Ключевые слова: научное исследование, научный аппарат, структура научного исследования, тема, диссертационное исследование.

Hakuz Przymaf Muratovich

Doctor of Philosophy, Professor,
Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
prof.hakuz@mail.ru

Opletaeva Olesya Nikolaevna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
opleole@gmail.com

Annotation. The purpose of the article is to show the necessary connections between the formulation of the research topic and its structure. Examples of successfully found formulations are given. The authors give the guidelines that should be followed when compiling the topic of the dissertation. The recommendations are not limited to the field of humanities and can be useful in other scientific fields.

Keywords: scientific research, scientific apparatus, structure of scientific research, topic, dissertation research.

Как само исследование, так и презентация его результатов начинается с определения темы. «Тема (гр. Thema) – 1) главная мысль, содержание произведения, разговора; предмет повествования, то, о чем говорится в произведении... 2) заданное, положенное, которое надо развить» [1, с. 634].

Философская тема – это к тому же умственная «зацепка», нечто помысленное, идея, фиксирующая что-то важное, умственный прорыв. Философская тема – это свершившееся, умственный факт: то, что «задело», «затронуло» и зафиксировалось в сознании, выразилось в звонкую, легко произносимую, сочно звучащую языковую форму. Можно сказать, что философская тема – некая матрица, потенциально открывающая или проецирующая возможные направления развития мысли. Кроме того, формулировка темы должна демонстрировать и основной планово-отчетный показатель исследовательской работы.

Формулирование темы – предварительный этап исследования, предшествующий основной работе, как и определение цели исследования и структуры работы, что не исключает изменений и их корректировки в ходе работы.

Кратко требования к теме диссертационного исследования можно сформулировать так:

- Тема должна быть оригинальной, не «заезженной», сформулирована кратко и высказана легко произносимым слогом.
- Содержать потенциал развития мысли, быть проблемной.
- Ограничивать своей формулировкой саму себя – указать свои собственные границы.
- Соответствовать профилю кафедры и квалификации соискателя.

Вышеназванным требованиям, на наш взгляд, отвечают темы выполненных на кафедре философии и успешно защищенных кандидатских диссертаций в следующих формулировках: «Художественные средства осуществления смысла в философском дискурсе» (Корсакова Л.В.) [2]; «Герменевтическая традиция М.М. Бахтина: от идеи диалога к проблеме понимания» (Чистилина И.А.) [3]; «Проблема «ученого незнания» и апофатическая традиция в истории философии. От Сократа до Н. Кузанского» (Оплетяева О.Н.) [4]; «Философский сказ как постижение бытия» (Куземина Е.Ф.) [5]; «Понимание как формирования пространства личностного бытия. На материале философии М.К. Мамардашвили» (Пашкова Н.В.) [6].

Приведем пример поиска рабочей темы диссертации в перспективном исследовании. В формулировке «Фольклор – духовное основание социально-личностного опыта» допущена неточность. Слово «*основание*» следует заменить словом «*основа*». В авторской редакции социально-личностный опыт находится в жесткой привязке к фольклору, что методологически неверно. «Основа» – более мягкий вариант. Разницу между «основанием» и «основой» можно посмотреть в Словаре русского языка под редакцией Ожегова С. И. [7, с. 463].

Далее возникает вопрос: «Что является базовым или же ключевым понятием в формулировке темы диссертации «Фольклор – духовное основание социально-личностного опыта?» Очевидно, что «*социально-личностный опыт*», на него направлено «*действие*». Следовательно, есть необходимость рассмотреть в первую очередь социально-личностный опыт в сущностном смысле, в философском измерении. Этому следует посвятить целую главу, без чего никак не вскрыть основы социально-личностного опыта. *Вторая ключевая проблема*, вытекающая из названия темы, – это определение феномена «фольклор». Очевидным становится и предмет анализа второй главы. *Третья проблема* проявляется в вопросе, почему фольклор является духовным основанием, какое место среди слагаемых социально-личностного он опыта занимает? Напрашивается глава с таким содержанием. Такой расклад логически вытекает из названия темы диссертации – здесь не может быть никакой вольности! Следовательно, структура работы целиком представлена в теме.

Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что тема – это свернутый смысл, который в работе должен быть раскрыт. Это – ключевая идея, исполняемая в тексте диссертации. От темы зависит содержание работы, логика ее построения, систе-

ма аргументации. В диссертации все подчинено диктату темы: что содержится в диссертации или же, напротив, отсутствует в ней по упущению автора, показывает тема. Тема – стержень диссертационного исследования. Поэтому первейшее дело соискателя – глубоко и всесторонне осмыслить тему, чтобы правильно вывести исследовательскую задачу, точно сформулировать названия глав и параграфов. Еще Р.Декарт говаривал: «Верно определите слова, и Вы освободите мир от половины недоразумений». В сжатом виде все ключевые элементы взаимообуславливания темы, структуры и содержания исследования можно увидеть и научных публикациях ученых.

В развитие вышесказанного приведем несколько перспективных тем диссертационных работ по онтологии и теории познания:

- Вопрошание как проблематизация знания.
- Вопрошание – ключ к пониманию философского текста.
- Вопрошание – пружина смыслов творчества.
- Включение мысли в иной контекст – предпосылка вопрошания.
- Контекст как источник смысла.
- Проблематизация – философская реальность.
- Вопрошание как гносеологический прием.
- Рост научного знания – пульсирующая проблема философии науки.
- Понимание – интуитивное постижение бытия.
- Тематизация как реальность философии.

Литература:

1. Словарь иностранных слов / Под ред. И.В. Лехина [и др.]. – М. : Советская энциклопедия, 1964. – 784 с.

2. Корсакова Л.В. Художественные средства осуществления смысла в философском дискурсе: дис. ... канд. филос наук / Кубанский государственный университет. – Краснодар, 2005.

3. Чистилина И.А. Герменевтическая традиция М.М. Бахтина: от идеи диалога к проблеме понимания: дис. ... канд. филос наук / Кубанский государственный университет. – Краснодар, 2006.

4. Оплетаева О.Н. Проблема «ученого незнания» и апофатическая традиция в истории философии // От Сократа до Н. Кузанского: дис. ... канд. филос наук / Южный федеральный университет. – Ростов н/Д, 2008.

5. Куземина Е.Ф. Философский сказ как постижение бытия: дис. ... канд. филос наук / Южный федеральный университет. – Ростов н/Д, 2009.

6. Пашкова Н.В. Понимание как путь формирования пространства личностного бытия (на материале философии М.К.Мамардашвили): дис. ... канд. филос наук / Южный федеральный университет. – Ростов н/Д, 2017.

7. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений // Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В. Виноградова. – 4-е издание, дополненное. – М. : ООО «А ТЕМП», 2006. – 944 с.

8. Корсакова Л.В., Оплетаева О.Н. Философия звука: семиотический подход в музыкальном образовании // Материалы III международной научно-практической конференции «Филологические и социокультурные вопросы науки и образования». – Краснодар, 2018. – С. 897–903.

Literature:

1. Dictionary of Foreign Words / Edited by I.V. Lekhin [et al.]. – M. : Soviet Encyclopedia, 1964. – 784 p.

2. Korsakova L.V. Artistic Means of Realizing Meaning in Philosophical Discourse. Candidate of Philosophy / Kuban State University. – Krasnodar, 2005.
3. Chistilina I.A. Hermeneutic tradition of M.M. Bakhtin: from the Idea of Dialogue to the Problem of Understanding: Candidate of Philosophy / Kuban State University. – Krasnodar, 2006.
4. Opletaeva O. N. The Problem of «Scientific Ignorance» and Apophatic Tradition in the History of Philosophy // From Socrates to N. Kuzanski: Ph. Cand. in Philosophy / Southern Federal University. – Rostov n/D, 2008.
5. Kuzemina E. F. Philosophical story as comprehension of being: Cand. in Philosophy / Southern Federal University. – Rostov n/D, 2009.
6. Pashkova N. V. Understanding as a way of formation of the space of personal being (on the material of M.K. Mamardashvili's philosophy): dissertation. Candidate of Philosophy / Southern Federal University. – Rostov n/D, 2017.
7. The explanatory dictionary of the Russian language: 80000 words and phraseological expressions // Russian Academy of Sciences. V.V. Vinogradov Institute of Russian Language. Vinogradov. – 4th edition, revised. – M. : A TEMP, 2006. – 944 p.
8. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: semiotic approach in music education // Materials of the III International Scientific-Practical Conference «Philological and sociocultural issues of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.

**ОБЩИЙ ПРИНЦИП ФОРМИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ
СРАБАТЫВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОРГАНА РЕЛЕ
С ДВУМЯ ВХОДНЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ВЕЛИЧИНАМИ**

**GENERAL PRINCIPLE OF FORMING THE RESPONSE CHARACTERISTIC
OF THE MEASURING ELEMENT OF A RELAY
WITH TWO INPUT ELECTRICAL QUANTITIES**

Халид Мохаммед Валид Халид

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
mo-halid@gmail.com

Рыбалко Владимир Александрович

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
rybalko9712@mail.ru

Захаров Геннадий Александрович

старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
zakharovga@gmail.com

Аннотация. В настоящей статье рассмотрен принцип формирования характеристики срабатывания измерительного органа реле с двумя входными электрическими величинами при использовании принципа свободного выбора одного из коэффициентов.

Ключевые слова: релейная защита, реле сопротивления, электрические величины, характеристика срабатывания.

Halid Mohammed Valid Halid

Student of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
mo-halid@gmail.com

Rybalko Vladimir Aleksadrovich

Student of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
rybalko9712@mail.ru

Zakharov Gennadiy Aleksadrovich

Senior of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
zakharovga@gmail.com

Annotation. This article discusses the principle of forming the response characteristics of the measuring element of a relay with two input electrical quantities using the principle of free choice of one of the coefficients.

Keywords: relay protection, resistance relay, electric values, trip characteristics.

Общим принципом при реализации того или иного алгоритма является необходимость формирования двух электрических величин, являющихся функциями-подведенных к РС от первичных измерительных ТТ и ТН величин тока и напряжения и основными носителями информационных признаков входных сигналов. Данные величины удобно представить в виде напряжений E_1 и E_2 и в комплексном виде записать как:

$$\left. \begin{aligned} \underline{E}_1 &= \underline{k}_1 \dot{U} + \underline{k}_2 \dot{I} \\ \underline{E}_2 &= \underline{k}_3 \dot{U} + \underline{k}_4 \dot{I} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

При выполнении алгоритма сравнения данных величин по абсолютному значению, условие срабатывания реле выглядит следующим образом:

$$|E_1| \geq |E_2|. \quad (2)$$

Выполнив подстановку (1) в (2) и приняв $\underline{Z} = \dot{U}/\dot{I}$, запишем условие (2) на границе характеристики срабатывания:

$$|\underline{k}_1 \cdot \underline{Z} + \underline{k}_2| = |\underline{k}_3 \cdot \underline{Z} + \underline{k}_4|. \quad (3)$$

Постоянные комплексные коэффициенты $\underline{k}_1, \underline{k}_2, \underline{k}_3, \underline{k}_4$, а также переменную \underline{Z} в общем виде можно представить в соответствии с выражениями:

$$\left. \begin{aligned} \underline{Z} &= R + jX \\ \underline{k}_1 &= a + jb \\ \underline{k}_2 &= c + jd \\ \underline{k}_3 &= e + jf \\ \underline{k}_4 &= g + jh \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Учитывая соотношения (4), запишем условие (3)

$$|(a + jb)(R + jX) + c + jd| = |(e + jf)(R + jX) + g + jh|,$$

которое, в результате алгебраических преобразований, примет вид:

$$\begin{aligned} &(a^2 + b^2 - e^2 - f^2) \cdot R^2 + (a^2 + b^2 - e^2 - f^2) \cdot X^2 + \\ &+ 2 \cdot (ac + bd + eg + fh) \cdot R + 2 \cdot (ad - bc - fg - eh) \cdot X + \\ &+ (c^2 + d^2 - g^2 - h^2) = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, выражение (5) соответствует уравнению линии второго порядка в комплексной плоскости \underline{Z}

$$A \cdot R^2 + 2 \cdot B \cdot R \cdot X + C \cdot X^2 + 2 \cdot D \cdot R + 2 \cdot E \cdot X + F = 0,$$

где коэффициенты $A - F$ уравнения являются действительными числами и имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} A &= a^2 + b^2 - e^2 - f^2 \\ B &= 0 \\ C &= a^2 + b^2 - e^2 - f^2 \\ D &= ac + bd - eg - fh \\ E &= ad - bc + fg - eh \\ F &= c^2 + d^2 - g^2 - h^2 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Так как в (6) выполняются соотношения $A = C$; $B = 0$, то уравнение (5) является уравнением окружности:

$$A \cdot R^2 + A \cdot X^2 + 2 \cdot D \cdot R + 2 \cdot E \cdot X + F = 0$$

или

$$\left(R + \frac{D}{A}\right)^2 + \left(X + \frac{E}{A}\right)^2 = \frac{E^2}{A^2} + \frac{D^2}{A^2} - \frac{F}{A}. \quad (7)$$

Таким образом, граничная линия срабатывания РС в комплексной плоскости \underline{Z} представляет собой окружность (рисунок 1) с центром в точке

$$\underline{Z}_0 = \frac{D}{A} - j \frac{E}{A}; \quad (8)$$

и радиусом

$$r = \sqrt{\frac{E^2}{A^2} + \frac{D^2}{A^2} - \frac{F}{A}}; \quad (9)$$

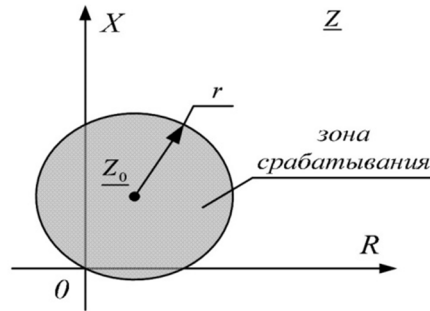


Рисунок 1 – Характеристика срабатывания РС в комплексной плоскости \underline{Z} в общем виде

Соответствующим выбором комплексных коэффициентов $\underline{k}_1, \underline{k}_2, \underline{k}_3, \underline{k}_4$ можно получать характеристики срабатывания РС в виде окружности с центром в любой точке комплексной плоскости \underline{Z} и любого радиуса. Однако задача одновременного выбора четырех коэффициентов для получения требуемой характеристики достаточно сложна, поэтому заметного упрощения в математических расчетах и последующей физической реализации РС удастся достигнуть при обращении одного из комплексных коэффициентов в ноль. Данное действие нам позволяет выполнить принцип свободы выбора комплексных коэффициентов, описанный в [1].

Произведем анализ поочередного обращения в ноль каждого из коэффициентов $\underline{k}_1, \underline{k}_2, \underline{k}_3, \underline{k}_4$ и выполним расчет параметров характеристики срабатывания для каждого случая.

$$\underline{k}_1 = 0; a = 0; b = 0 \quad (\text{по аналогии } \underline{k}_3 = 0; e = 0; f = 0).$$

Тогда величины $\underline{E}_1, \underline{E}_2$ (1) примут вид:

$$\left. \begin{aligned} \underline{E}_1 &= \underline{k}_2 \dot{I} \\ \underline{E}_2 &= \underline{k}_3 \dot{U} + \underline{k}_4 \dot{I} \end{aligned} \right\}'$$

а выражения (6):

$$\left. \begin{aligned} A &= -e^2 - f^2 \\ D &= -eg - fh \\ E &= fg - eh \\ F &= c^2 + d^2 - g^2 - h^2 \end{aligned} \right\}. \quad (10)$$

Учитывая равенства (10) выражения (8) и (9) можно записать:

$$\underline{Z}_0 = -\frac{eg+fh}{e^2+f^2} + j \frac{fg-eh}{e^2+f^2}; \quad (11)$$

$$r = \sqrt{\frac{c^2+d^2}{e^2+f^2}}. \quad (12)$$

Произвольно задавшись значением коэффициента \underline{k}_3 как действительным числом ($e = |\underline{k}_3|; f = 0$), из выражений (11) и (12) для получения характеристики срабатывания РС с требуемыми \underline{Z}_0 и r можно рассчитать необходимые коэффициенты $\underline{k}_2, \underline{k}_4$:

$$|\underline{k}_2| = r \cdot |\underline{k}_3| ; \quad (13)$$

$$\underline{k}_4 = -\underline{Z}_0 \cdot |\underline{k}_3|. \quad (14)$$

$$\underline{k}_2 = 0; c = 0; d = 0 \text{ (по аналогии } \underline{k}_4 = 0; g = 0; h = 0 \text{)}.$$

Тогда величины $\underline{E}_1, \underline{E}_2$ (1) примут вид:

$$\left. \begin{aligned} \underline{E}_1 &= \underline{k}_2 \dot{U} \\ \underline{E}_2 &= \underline{k}_3 \dot{U} + \underline{k}_4 \dot{I} \end{aligned} \right\}$$

а выражения (2.6):

$$\left. \begin{aligned} A &= a^2 + b^2 - e^2 - f^2 \\ D &= -eg - fh \\ E &= fg - eh \\ F &= -g^2 - h^2 \end{aligned} \right\}. \quad (15)$$

Учитывая равенства (15) выражения (8) и (9) можно записать:

$$\underline{Z}_0 = -\frac{eg+fh}{a^2+b^2-e^2-f^2} - j \frac{fg-eh}{a^2+b^2-e^2-f^2}; \quad (16)$$

$$r = \sqrt{\frac{(a^2+b^2) \cdot (g^2+h^2)}{(a^2+b^2-e^2-f^2)^2}}. \quad (17)$$

Произвольно задавшись значением коэффициента \underline{k}_3 как действительным числом ($e = |\underline{k}_3|; f = 0$), из выражений (16) и (17) для получения характеристики срабатывания РС с требуемыми \underline{Z}_0 и r можно рассчитать необходимые коэффициенты $\underline{k}_1, \underline{k}_4$:

$$|\underline{k}_1| = \frac{r}{|\underline{Z}_0|} \cdot |\underline{k}_3|; \quad (18)$$

$$\underline{k}_4 = \underline{Z}_0 \cdot |\underline{k}_3| \cdot \left(\frac{r^2}{|\underline{Z}_0|^2} - 1 \right). \quad (19)$$

Таким образом, принцип свободы выбора комплексных коэффициентов позволяет для получения круговой характеристики срабатывания РС с необходимыми центром на комплексной плоскости \underline{Z} и радиусом, в зависимости от конструктивных особенностей измерительного органа, один из коэффициентов $\underline{k}_1, \underline{k}_2, \underline{k}_3, \underline{k}_4$ принимать равным нулю, другим задаваться произвольно, а два оставшихся могут быть определены однозначно по выражениям, приведенным выше. При этом наиболее удобным является принятие равным нулю одного из коэффициентов при напряжении, \underline{k}_1 или \underline{k}_3 , так как принятие равными нулю одного из коэффициентов при токе, \underline{k}_2 или \underline{k}_4 , дает неопределенность при формировании характеристики срабатывания РС с центром в начале координат [2–9].

Литература:

1. Фабрикант В.Л. Основы теории построения измерительных органов релейной защиты и автоматики (органы с двумя электрическими величинами). – М. : Высшая школа, 1968. – 267 с.
2. Захаров Г.А. Об улучшении работы систем электроснабжения с собственной генерацией при применении в составе дистанционных органов релейной защиты однофазных трансформаторов с вращающимся магнитным полем // Вестник СамГТУ. Техн. науки. – 2015. – № 1 (45). – С. 108–115.
3. Совершенствование релейной защиты генераторов малой мощности в автономных системах электроснабжения / Б.А. Коробейников [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 7. – С. 29–39.

4. Направленная токовая защита линий электропередач среднего напряжения на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2016. – № 15. – С. 112–121.

5. Реле полного сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 108888 U1, 27.09.2011. Заявка № 2011113126/07 от 05.04.2011.

6. Захаров Г.А., Сидоров Д.И. Исследование влияния искажения входного сигнала тока на работу дистанционного органа на основе преобразователей с вращающимся магнитным полем. // Технические и технологические системы. Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС–15». ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова; Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2015. – С. 117–120.

7. Разработка дистанционного органа релейной защиты электрических сетей с комбинированной характеристикой срабатывания в виде усеченной окружности / Г.А. Захаров [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2017. – № 1. – С. 1–9.

8. Идентификация параметров многофазного преобразователя тока для релейной защиты электрических сетей / Б.А. Коробейников [и др.] // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2019. – № 5. – С. 99–106.

9. Реле сопротивления / Б.А. Коробейников [и др.] // Патент на полезную модель RU 128408 U1, 20.05.2013. Заявка № 2012152767/07 от 06.12.2012.

Literature:

1. Fabrikant V.L. Fundamentals of the theory of measuring organs of relay protection and automatics (organs with two electric quantities). – M. : Higher School, 1968. – 267 p.

2. Zakharov, G.A. About improvement of the electric power supply systems with an own generation at application of the single-phase transformers with a rotating magnetic field as the remote relay protection devices // SamGTU Bulletin. Techn. sciences. – 2015. – № 1 (45). – P. 108–115.

3. Improvement of relay protection of low-power generators in autonomous power supply systems / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network multimedia journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2018. – № 7. – P. 29–39.

4. Directional current protection of medium-voltage power lines on the basis of converters with a rotating magnetic field. / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of Kuban State Technological University. – 2016. – № 15. – P. 112–121.

5. Relay of full resistance / B.A. Korobeinikov [et al.] // Patent for a useful model RU 108888 U1, 27.09.2011. Application № 2011113126/07 from 05.04.2011.

6. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Research of influence of distortion of input current signal on operation of remote control on the basis of converters with rotating magnetic field. // Technical and technological systems. Proceedings of the seventh international scientific conference «TTS–15». FGBOU VO «Kuban State Technological University», A.K. Serov Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots; Edited by B.H. Gaitov. – 2015. – P. 117–120.

7. Development of a remote body of relay protection of electric networks with a combined response characteristic in the form of a truncated circle / G.A. Zakharov [et al.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2017. – № 1. – P. 1–9.

8. Identification of the parameters of multiphase current converter for relay protection of electric networks / B.A. Korobeinikov [et al.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2019. – № 5. – P. 99–106.

9. Resistance relay / B.A. Korobeinikov [et al.] // Useful model patent RU 128408 U1, 20.05.2013. Application № 2012152767/07 from 06.12.2012.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ И УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

DEWATERING AND DISPOSAL OF SEWAGE SLUDGE

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Саввон Яков Владимирович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
savvonjv@rambler.ru

Евдокимов Егор Александрович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
egor22_06_01@mail.ru

Киранас Никита Андреевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
rr.king@list.ru

Аннотация. Рассмотрены условия обезвоживания и утилизации осадков сточных вод при различных технологических схемах обработки.

Ключевые слова: сточные воды, осадки, технологические схемы, классификация осадков, способы обезвоживания.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Savvon Yakov Vladimirovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
savvonjv@rambler.ru

Evdokimov Egor Alexandrovich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
egor22_06_01@mail.ru

Kiraras Nikita Andreevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
rr.king@list.ru

Annotation. The conditions for dehydration and utilization of sewage sludge are considered for various technological processing schemes.

Keywords: waste water, sludge, technological schemes, classification of sludge, methods of dehydration.

Большое разнообразие состава и свойств образующихся при очистке осадков сточных вод практически исключает создание и использование каких-либо универсальных способов обезвоживания.

Образующиеся при очистке сточных вод осадки условно классифицируют на следующие основные категории: минеральные, органические осадки и избыточный активный ил. Наиболее легко обезвоживаются минеральные осадки и гораздо труднее органические осадки и избыточный активный ил. Технологические схемы обработки и последующего обезвоживания органического осадка и избыточного активного ила включают, как правило, следующие стадии – предварительное уплотнение, обезвоживание, термическую сушку (сжигание). Перед обезвоживанием органические осадки можно сбрызгивать или стабилизировать, а также кондиционировать термореагентной обработкой.

Для снижения влажности, осадки, в том числе и избыточный активный ил, уплотняют. На стадии предварительного уплотнения активного ила наибольшее распространение получили отстаивание и флотация. Преимущества флотационного сгущения суспензии активного ила:

- простота аппаратного оформления способа;
- незначительная продолжительность процесса;
- удовлетворительные показатели сгущения суспензии активного ила (степень сгущения 3,0–5,0);
- не требуется предварительная обработка реагентом.

Достаточно широкое распространение получила напорная флотация для уплотнения избыточного активного ила. Сущность ее заключается в насыщении воды воздухом со значительным пересыщением им, что обеспечивается созданием избыточного давления в течение некоторого времени. При снижении давления до атмосферного начинают выделяться мельчайшие пузырьки воздуха, которые и флотируют содержащиеся в воде частицы примесей.

При использовании такого метода для обезвоживания избыточного активного ила микробную биомассу можно сгустить в 300 раз. Такую степень сгущения следует считать хорошей при достаточно простом аппаратном оформлении процесса напорной флотации. Однако потери микробной биомассы с осветленной иловой водой при сгущении активного ила напорной флотацией в некоторых случаях сравнительно большие.

Для уменьшения потерь микробной биомассы и повышения степени сгущения в исходную суспензию активного ила перед флотацией иногда добавляют реагенты, например растворы электролитов.

Интенсификация процесса флотации достигается также введением ПАВ в сгущаемую суспензию активного ила. Одним из эффективных методов предварительного уплотнения активного ила является также электрофлотация. Для повышения степени извлечения биомассы активного ила следует вводить в исходную суспензию минеральные коагулянты или синтетические флокулянты.

Высокоэффективным методом сгущения осадков сточных вод и избыточного активного ила является центрифугирование. Преимущества способа – простота, экономичность и низкая влажность сгущенного продукта; недостаток – большой унос твердой фазы с осветленной жидкостью (фугатом), что приводит к необходимости дополнительной стадии очистки фугата, например сепарированием.

Для обезвоживания осадков сточных вод и избыточного активного ила наиболее эффективны непрерывнодействующие, осадительные горизонтальные центрифуги со шнековой выгрузкой осадка. Преимущество этих центрифуг – высокая производительность при низком удельном расходе энергии и массе. Недостатки – невысокая степень сгущения осадка, а также быстрый износ шнека и ротора.

Всесторонние исследования безреагентного центрифугирования осадков сточных вод и избыточного ила, показали возможность практического использования этого способа. Исследован новый способ обработки избыточного активного ила, включающий центрифугирование суспензии активного ила, отбираемой из вторичных отстойников

Использование центрифуг для механического обезвоживания осадков первичных отстойников представляет собой один из перспективных способов, особенно при применении флокулянтов. Так же высокая степень сгущения твердой фазы может быть достигнута на тарельчатых сепараторах.

Эффективность сгущения суспензии активного ила с использованием сепараторов существенно зависит от предварительной термореагентной обработки. Технологическая схема обезвоживания активного ила с предварительной термореагентной обработкой, уплотнением напорной флотацией и с последующим сгущением в центрифугах и сепараторах представляется перспективной и практичной.

Для кондиционирования активного ила и осадков первичных отстойников и интенсификаций процесса сгущения можно использовать наряду с тепловой и реагентной обработкой и другие способы, например с добавлением золы, в частности полученной от сжигания осадков сточных вод. Практический и научный интерес представляет флокуляционно-центрибежный способ сгущения суспензий.

Достаточно прочные хлопья образуются в биосуспензиях, в том числе и в суспензии активного ила, при проведении комплексной обработки. Один из наиболее эффективных способов такой обработки – аэробная стабилизация суспензии активного ила с термореагентной обработкой. Следует отметить, что термореагентная обработка не только усиливает образование агрегатов частиц квазитвердой фазы биосуспензии, но и приводит к обезвреживанию получаемого в дальнейшем готового продукта, что весьма важно при использовании биомассы микроорганизмов в качестве кормовой добавки. Иногда высокий эффект флокуляции достигается только при аэробной стабилизации и термообработки суспензии.

После уплотнения (сгущения) дальнейшее обезвоживание суспензии активного ила достигается выпариванием и сушкой или одной сушкой. Для сушки избыточного активного ила и осадков сточных вод можно рекомендовать распылительные сушилки, непрерывные сушилки струйного типа и сушилки с инертным псевдооживленным носителем.

Поскольку концентрированная иловая суспензия имеет высокую вязкость, перед сушкой ее целесообразно предварительно подогреть. Если же биомасса в дальнейшем будет использоваться в качестве кормовой добавки, то необходима тепловая обработка.

Литература:

1. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
2. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
3. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
4. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
5. Способы сварки труб различных марок сталей // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
6. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение.

Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

7. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

8. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.

9. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

Literature:

1. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

3. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

4. Peculiarities of the connection of pipes from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

5. Methods of Welding of Pipes of Different Steel Grades // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar: Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

6. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

7. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

8. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

9. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

КАТОДНАЯ ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ

CATHODIC PROTECTION OF EQUIPMENT

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Представлены основные схемы катодной защиты оборудования, описаны особенности применения каждой из них.

Ключевые слова: катод, анод, коррозия, электролит, электроды, потенциал, наложенный ток.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The main schemes of the cathodic protection of the equipment are presented, the application features of each of them are described.

Keywords: cathode, anode, corrosion, electrolyte, electrodes, potential, applied current.

С пособ катодной защиты известен уже более 160 лет и широко применяется для защиты корпусов судов, нефтеперекачивающего оборудования и трубопроводов.

Коррозионный процесс полностью зависит от свойств обоих металлов и окружающего электролита. Все металлы обладают определенным электрическим потенциалом при погружении в раствор электролита.

Сталь корродирует в кислотах и не корродирует в растворах щелочей. Это говорит о том, что коррозия стали, т.е. ее энергетический уровень зависит от окружающей среды. Бельгиец Пуарбэкс тщательно изучал этот вопрос и создал диаграммы потенциалов рН, показывающих, когда коррозионные процессы будут происходить. Сталь корродирует при погружении в электролит. Цинк также корродирует в электролите. Но когда сталь электрически соединена с цинком, то цинк будет корродировать и отдавать электроны. Так как сталь все время получает электроны, которые теряются при ее окислении, процесс разрушения будет остановлен. В этом случае цинк будет анодом, а сталь – катодом.

При погружении стали в электролит ее потенциал будет иметь значение от – 0,60 до – 0,65 вольт при измерении в сравнении с представленным электродом из меди / сульфата меди (Cu/CuSO₄). Без защиты сталь будет корродировать в электролите. Сталь будет только частично защищена при потенциале между -0,60 – -0,65 вольт. При значении -0,65 вольт сталь полностью защищена. Дальнейшее снижение потенциала вызовет сверхзащиту. При сверхзащите происходит ощелачивание выделение водорода, что может вызвать вспучивание краски.

Катодная защита может осуществляться двумя путями:

- Системой расходуемых анодов;
- Системой защиты наложенным током.

Системы расходуемых анодов

В таких системах защитные свойства обеспечиваются добавлением внешних анодов из менее электроотрицательного металла, чем защищаемая сталь. Когда сталь контактирует с анодом, тот отдает определенное количество электронов и тем самым защищает ее (рис. 1).

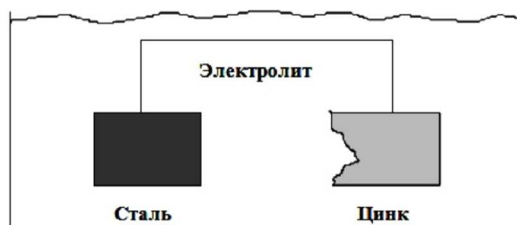


Рисунок 1 – Схема катодной защиты

Аноды обычно изготавливают из цинковых или алюминиевых сплавов. Оба типа сплавов могут применяться для защиты стали в электролите. Аноды в форме прутков, полос, относительно тонких брусков содержат внутри менее электроотрицательный материал (рис. 2) для обеспечения непрерывности и механической прочности. Внутренняя стальная пластина должна иметь форму и обработку, необходимые для обеспечения механического крепления к защищаемой стали. Зачастую их приваривают к стали.



Рисунок 2 – Способ крепления катода

Магниевые аноды не применяются для защиты стали в электролите, но они могут использоваться как очищающие аноды для внутренних объемов оборудования нефтегазовой отрасли.

Система защиты наложенным током

Эта система является альтернативной для конструкций, постоянно контактирующих с электролитом. Передача потенциала в данной схеме защиты осуществляется от источника тока (рис. 3). Аноды делают более или менее химически стойкими. Они могут быть изготовлены из платинизированного титана или графита. Они не разрушаются и являются нейтральными анодами.



Рисунок 3 – Схема защиты наложенным током

При работе системы наложенного тока обычно рекомендуется автоматический контроль. Это позволяет все время измерять потенциал стали относительно представленного электрода. При изменении потенциала изменяется величина тока.

Количество анодов при использовании систем наложенного тока гораздо меньше, так как они рассчитаны на более высокие токи. Это вызывает сверхзащиту в зоне, близко прилегающей к аноду. Во избежание разрушения покрытия на этих участках вокруг анода наносится толстое покрытие (поле). Толщина может составлять от 1 до 1,5 мм, чаще всего поля наносятся диаметром 2 ... 3 метра вокруг анодов.

Системы защиты наложенным током могут применяться как на стационарном оборудовании для нефтепродуктов, так и для судов. При использовании расходоуемых анодов увеличивается сопротивление движению. Напротив, в системах наложенного тока аноды обычно обтекаемые и сопротивление незначительно.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Эффективное решение для тампонирования скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
9. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.
10. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2 трические методы. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
8. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
9. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.
10. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – C. 32–37.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СООРУЖЕНИЕ ПЕРЕХОДОВ ТРУБОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ ЖЕЛЕЗНЫЕ И АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

DESIGN AND CONSTRUCTION OF PIPELINE CROSSINGS ACROSS RAILWAYS AND HIGHWAYS

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены различные конструкции переходов трубопроводов через железные и автомобильные дороги, описаны основные конструктивные особенности каждого из них.

Ключевые слова: трубопровод, футляр, переход, автомобильные дороги, железные дороги, опоры, пилоны.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. Various designs of pipelines' crossings through railways and highways are considered, the main design features of each of them are described.

Keywords: pipeline, case, crossing, highways, railways, supports, pylons.

Переходы через автомобильные и железные дороги могут быть подземными или надземными. Конструкция перехода определяется категорией дороги и геологическими особенностями земельного участка, на котором расположено препятствие. Подземный газопровод на переходе прокладывают в металлическом футляре, чтобы исключить механические нагрузки на рабочую трубу. Границы установки футляра под дорогой определяются диаметром и длиной рабочей трубы газопровода.

Под железными и автомобильными дорогами I и II категорий футляр укладывают закрытым способом (горизонтальное бурение, продавливание или прокалывание).

Через автомобильные дороги III и IV категорий футляр укладывают открытым способом.

Автомобильные дороги делятся на пять категорий:

I – дороги общегосударственного значения и основные магистральные дороги республиканского значения, связывающие крупные административные, промышленные и культурные центры, при интенсивности движения в среднем за сутки суммарно в обоих направлениях свыше 6 тыс. автомобилей;

II – то же, при интенсивности от 3 до 6 тыс. автомобилей в сутки;

III – дороги республиканского и областного значения при интенсивности движения от 1 до 3 тыс. автомобилей в сутки;

IV – дороги местного значения при интенсивности движения от 200 до 1 тыс. автомобилей в сутки;

V – то же, при интенсивности движения менее 200 автомобилей в сутки.

Надземная прокладка магистральных газопроводов. В зависимости от конструктивной схемы перекрытия пролетов надземные переходы бывают балочные, висячие и арочные.

Балочные переходы. В балочном надземном переходе пролетным строением является самонесущая труба. Схемы переходов:

- однопролетные без компенсаторов;
- многопролетные без компенсаторов;
- многопролетные с П- или Г-образными компенсаторами;
- многопролетные типа «змейка», консольные.

Применение конкретной схемы перехода зависит от диаметра газопровода, нагрузки, гидрогеологических условий и способа монтажа перехода.

Опоры бывают четырех типов: свайные, кольцевые, стоечные и плитные. Тип опоры определяется в проектном решении в зависимости от конкретных условий строительства.

Опорные части бывают трех типов: катковые, скользящие и неподвижные

Если газопровод подлежит гидравлическому испытанию, расстояние между опорами должно составлять не более 70 % длины пролета.

Существуют два метода монтажа: разрезной, при котором газопровод укладывают на опоры отдельными секциями, равными по длине расстоянию между опорами, и неразрезной, укладываемый плетями, в несколько раз превосходящими по длине расстояние между опорами.

При зигзагообразной прокладке в виде «змейки» длина газопровода получается меньше, чем при прямолинейной с установкой П- или Г-образных компенсаторов.

Висячие переходы по конструктивной схеме делятся на три основные группы: гибкие, вантовые и «провисающая нить».

В гибких висячих системах трубопровод прикрепляют с помощью подвесок к одному или нескольким несущим тросам, перекинутым через пилоны. При двух тросах, пересекающихся посередине пролета, образуется более жесткая двухцепная система. Гибкие висячие системы обладают малой вертикальной жесткостью, вследствие чего при динамических воздействиях конструкция может перейти в колебательное движение.

В вантовых системах трубопровод удерживается в проектном положении с помощью наклонных тросов или жестких ферм. Все элементы работают на растяжение и образуют в вертикальной плоскости геометрически неизменяемую форму. Вантовые формы обладают большей вертикальной жесткостью, чем гибкие висячие системы.

В системе «провисающая нить» трубопровод свободно провисает под действием собственной массы и массы газа. Эта система наиболее экономична, но наименее жесткая; в ней возникают значительно большие напряжения в металле труб, чем в двух предыдущих, и она применяется реже.

При строительстве висячих переходов применяются три вида пилонов:

- жесткие – заделанные в опоры с подвижными частями для тросов;
- гибкие – жестко связанные с опорами, к вершинам которых неподвижно крепятся тросы. Перемещение вершин пилонов происходит за счет их изгиба;
- качающиеся – шарнирно опирающиеся на опоры, тросы жестко закреплены на вершинах пилонов. Деформации происходят за счет наклона пилонов.

Предложенные варианты переходов трубопровода через железные и автомобильные дороги наиболее часто используются при строительстве трубопроводов и в зависимости от препятствий выбирается тот или иной тип перехода.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.

2. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
3. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
4. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
5. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
6. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
7. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
8. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
9. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
10. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненной транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.
11. Поляков А.В., Терещенко И.А., Литра А.Н. Моделирование изменения теплообмена поверхности оборудования при образовании инея // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2012. – № 6. – С. 33–36.
12. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.
13. Целесообразность проведения ультразвукового контроля при диагностике бурового инструмента / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 8. – С. 32–37.

Literature:

1. Reducing loss of flowability of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
2. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
3. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

5. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2 трические методы. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
7. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
8. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
9. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
10. Adjustment of sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.
11. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of change in heat exchange of equipment surface during frost formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.
12. New stage of field development in the Yamal oil-and-gas-bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of KUBGTU». – 2016. – № 11. – P. 43–54.
13. Feasibility of ultrasonic control in the diagnosis of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – P. 32–37.

СОЛНЕЧНО-ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

SOLAR-HYDROGEN ENERGY

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные преимущества получения водорода за счет альтернативных источников энергии и преобразование в любой момент в другие типы энергии, при этом технология применения водорода в энергетике становится более дешевой и на сегодняшний день является одной из перспективных.

Ключевые слова: водородная энергетика, источники энергии, солнечная энергия, экологичность, глобальное потребление.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The main advantages of hydrogen production from alternative energy sources and transformation at any time into other types of energy are considered, while the technology of using hydrogen in power engineering is becoming cheaper and today is one of the most promising.

Keywords: hydrogen energy, energy sources, solar energy, environmental friendliness, global consumption.

Несмотря на все преимущества водорода в качестве синтетического топлива, принципиальным остается вопрос об источнике энергии для получения водорода из воды. В основном рассматриваются три альтернативных источника: термоядерная, атомная и солнечная энергия. Однако возможности широкого использования внутренней (термоядерной и атомной) энергии неразрывно связаны с проблемой теплового загрязнения среды – нарушения теплового баланса и повышения температуры Земли. На эту проблему впервые указал академик Н.Н. Семенов. Согласно его оценкам, перегрев Земли на 3–4 °С может привести к глобальному негативному изменению климата. При современных темпах развития энергетики на основе внутренних источников тепла изменение климата Земли может наступить уже в ближайшие 30–50 лет. Это определяет принципиальное ограничение дальнейшего развития энергетики на основе внутренних источников энергии и стимулирует поиск новых источников, не вызывающих нарушения теплового баланса Земли. С этой точки зрения солнечная энергия является одним из наиболее экологически чистых источников энергии.

Годовое потребление энергии человечеством за счет всех источников энергии в настоящее время составляет – 1017 ккал. Сравнение этой величины с потоком поглощаемой Землей солнечной энергии (~8 · 10²⁰ ккал/год), использование которой не превышает 2 · 10⁻³ %, показывает, что резервы солнечной энергии значительно превышают не только современные, но и будущие энергетические потребности человечества.

В связи с большими резервами и экологической чистотой в последние годы все более популярной становится концепция солнечно-водородной энергетики, основанной на преобразовании солнечной энергии в химическую в результате разложения воды и сочетающей в себе все достоинства водорода в качестве топлива и солнечной энергии в качестве первичного источника.

Следует отметить, что по сравнению с прямым преобразованием солнечной энергии в электрическую на основе полупроводниковых солнечных батарей промежуточное аккумулирование солнечной энергии в топливной форме водорода в рамках солнечно-водородной энергетики успешно решает проблему суточной и сезонной зависимости потока солнечной энергии.

В настоящее время предложено несколько основных путей для разложения воды под действием солнечного излучения. Некоторые из них являются косвенными. Например, термохимические методы, основанные на использовании тепла, полученного за счет солнечной энергии, или электролиз воды за счет электроэнергии от полупроводниковых солнечных батарей или тепловых электростанций. Однако исследование природного процесса конверсии солнечной энергии в химическую (фотосинтеза) показывает принципиальную возможность прямого фотохимического разложения воды солнечным светом. В связи с этим в последние годы весьма интенсивно развиваются фотохимические методы получения водорода из воды, основанные либо на искусственных фотохимических системах, либо на применении биологических систем (растений, микроскопических водорослей, фототропных бактерий), фотосинтетический аппарат которых может быть использован для выделения водорода – биофотолиз воды.

Из повседневного опыта известно, что чистая вода в любом агрегатном состоянии совершенно прозрачна для падающего на поверхность Земли солнечного света, основная часть которого приходится на область видимого и ближнего инфракрасного излучения (0,3 – 1,0 мкм). Заметное поглощение электромагнитного излучения водой, способного привести к ее фоторазложению, начинается лишь с длин волн короче 0,2 мкм, практически отсутствующих в спектре солнечного излучения, достигающего поверхности Земли. Это означает, что процессы прямого фотолиза воды с участием ее электронно – возбужденных состояний не могут быть использованы для конверсии солнечной энергии в химическую. Таким образом, как и в природном фотосинтезе, эффективное фотохимическое разложение воды солнечным светом возможно только на основе фотокаталитических процессов.

Применение солнечной энергии для получения водорода позволит эффективно аккумулировать энергию в виде газообразного водорода и преобразования ее в любой момент в другие типы энергии, при этом технология применения водорода в энергетике становится более дешевой и на сегодняшний день является одной из перспективных.

Литература:

1. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
2. Вихреговые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
3. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
4. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.

5. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
6. Полякова В.В., Терещенко И.А. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий // Сборник лучших научных работ молодых ученых кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2018. – С. 43–44.
7. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 164–169.
8. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.
9. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
10. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
11. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – №4. – С. 70–71.
12. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
3. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
4. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
5. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
6. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // In the collection: collection of the best scientific papers of young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar, 2018. – P. 43–44.

7. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.

8. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Increasing the efficiency of oil and gas preparation processes by reducing foam formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.

9. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

10. Salt Preheater for Internal Combustion Engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.

11. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

12. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДОБЫЧИ НЕФТИ

ANALYSIS OF ARTIFICIAL LIFT DESIGN

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Представлен алгоритм проектирования механизированной добычи нефти с высоким содержанием механических примесей. Приведены способы борьбы с механическими примесями и уменьшение их вредного воздействия на оборудование.

Ключевые слова: механизированная добыча нефти, механические примеси, скважина, насосное оборудование.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. An algorithm for the design of mechanized oil production with a high content of mechanical impurities is presented. Methods of dealing with mechanical impurities and reducing their harmful effects on equipment are presented.

Keywords: mechanized oil production, mechanical impurities, well, pumping equipment.

При эксплуатации нефтедобывающих скважин в условиях негативного влияния механических примесей необходимо соблюдение баланса между эффективностью работы погружного оборудования, которая характеризуется достижением максимальных отборов пластовой жидкости, и его надежностью. Для проектных параметров эксплуатации скважины осуществляется прогнозирование выноса мехпримесей, на основе которого в свою очередь происходит выбор технологий предотвращения выноса мехпримесей и подбор насосного оборудования. При этом необходимо отметить, что при проектировании системы механизированной добычи важно учитывать взаимное влияние ее основных элементов. В частности, если использование задерживающих фильтров позволяет существенно снизить негативное влияние мехпримесей на насосное оборудование, то к последнему не обязательно предъявлять завышенные требования по износостойкости, и наоборот, использование специального исполнения насоса в ряде случаев позволяет ему продолжительное время успешно функционировать без каких-либо дополнительных защитных приспособлений.

Механические примеси, так же, как соли и парафины, относятся к наиболее часто встречающимся отложениям на элементах подземного оборудования нефтедобывающих скважин. При этом в большинстве случаев состав отложений характеризуется включением всех трех типов, что позволяет говорить о необходимости комплексного подхода к прогнозированию выноса мехпримесей с учетом соле- и парафиноотложений. Природа происхождения твердых частиц в насосном оборудовании также многообразна. Основную их долю составляют частицы, выносимые из пласта в процессе эксплуатации скважин, но при этом значительная часть мехпримесей имеет непластовое происхождение.

Прогноз выноса мехпримесей должен осуществляться на основе моделирования комплекса взаимосвязанных процессов. Наиболее важное значение имеет взаимодействие мехпримесей с насосным оборудованием и технологиями защиты, то моделирование должно включать в себя описание движения частиц в скважине, воздействие на фильтр и насос.

Существуют две группы технологий эксплуатации нефтяных скважин с пескопроявлением: технологии, которые позволяют работать с мехпримесями, и технологии, направленные на предотвращение или снижение выноса мехпримесей. К первой группе относятся технологии обеспечения условий выноса мехпримесей (уменьшение отборов, снижение обводненности и т.д.) и технологии, основанные на использовании износоустойчивого насосного оборудования. Методы борьбы с пескопроявлением подразделяются на химические (использование химических реагентов для крепления призабойной зоны пласта), физико-химические (коксование) и механические (фильтры). Защитные фильтры могут устанавливаться на забое, в скважине ниже точки подвеса насоса, а также в составе ЭЦН вместо приемной сетки. При одновременном использовании нескольких защитных технологий важно определить, каким образом они сочетаются друг с другом.

Общая схема подбора оборудования для работы с мехпримесями включает в себя три стадии: выбор способа работы с мехпримесями (эксплуатация в условиях пескопроявления или использование технологий защиты), выбор конкретной технологии (например, фильтр на забое, перед приемом насоса и в насосе) и выбор спецификации (тип, производитель, технические характеристики). При этом адекватный выбор оборудования для работы с мехпримесями должен базироваться на данных моделирования, стендовых испытаний и промышленного опыта.

Результаты моделирования должны пройти адаптацию и сравнение с результатами стендовых и промышленных испытаний. В отсутствие полной уверенности в адекватности моделей на первый план выходит экспертно-статистический подход к выбору технологий защиты от мехпримесей, основанный на использовании матриц применения технологий. На основе анализа мирового опыта борьбы с вредным влиянием мехпримесей в добыче нефти определены диапазоны применимости известных способов защиты, проведен расчет их экономической эффективности и составлены рейтинги оборудования.

Проанализировав источники по данной тематике, можно сделать вывод:

- при проектировании системы механизированной добычи нефти в условиях интенсивного выноса мехпримесей важно учитывать взаимное влияние ее основных элементов,
- прогнозирование является неотъемлемым этапом в общей схеме выбора технологий для работы с механическими примесями,
- для адекватного прогноза выноса мехпримесей необходимо учитывать то, что значительная их часть имеет непластовое происхождение,
- оценка итоговой рекомендации по выбору технологии работы с мехпримесями напрямую зависит от качества выполнения промежуточных этапов, в том числе от качества и полноты исходных данных.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.

4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2 трические методы. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕКАЧКИ ВЫСОКОВЯЗКИХ И ЗАСТЫВАЮЩИХ НЕФТЕЙ

THE MAIN TECHNOLOGIES FOR PUMPING HIGH-VISCOSITY AND SOLIDIFYING OILS

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены основные технологии перекачки высоковязких и застывающих нефтей, приведены основные способы уменьшения вязкости нефти и улучшения её показателей для транспортировки.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, реологические свойства, температура застывания, подогрев, разбавление, эмульсия.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The main technologies for pumping high-viscosity and solidifying oils are considered, the main methods for reducing the viscosity of oil and improving its performance for transportation are given.

Keywords: high-viscosity oil, rheological properties, pour point, heating, dilution, emulsion.

Если температуры застывания нефти равны или выше среднемесячных минимальных температур окружающей трубопровод среды, то такая нефть считается высоковязкой и застывающей в рассматриваемых условиях перекачки.

При трубопроводном транспорте таких нефтей для обеспечения заданной пропускной способности и избежания застывания нефти при остановке перекачки необходимо использовать специальные технологии перекачки.

По способу воздействия на перекачиваемую жидкость и структуру потока такие технологии можно разделить на две основные группы.

К первой группе относятся технологии, не изменяющие реологические свойства перекачиваемых нефтей:

- создание с помощью механических устройств (насадок, спиралей и т.д.) пристенного внутреннего слоя из маловязкой жидкости (нефти, нефтепродуктов, воды с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ) и без них);

- уменьшение шероховатости внутренней поверхности трубопровода или изменение его геометрии (трубы с внутренним покрытием, телескопические трубопроводы);

- последовательная перекачка партий нефти и воды;

- транспортировка нефтяных систем в капсулах или контейнерах (в потоке маловязкой жидкости – нефти, нефтепродукта, сжиженного газа и т.д.) либо в потоке газа (природного, воздуха и т.д.).

Вторую группу составляют технологии, связанные с изменением реологических свойств нефти (вязкости, предельного напряжения сдвига и др.).

В свою очередь, технологии перекачки высокозастывающих нефтей, основанные на изменении реологических характеристик транспортируемой жидкости, можно разделить на физические, физико-химические и химические.

К физическим методам относятся следующие:

– предварительное изотермическое разрушение структуры нефти (например, прокачиванием ее через диафрагму);

– повышение температуры потока нефти в печах или теплообменниках, расположенных в отдельных пунктах трассы трубопровода, с использованием для этого различных видов топлива (перекачиваемый продукт, утилизация тепла промышленных производств и т.д.);

– применение трубопроводов-спутников, расположенных снаружи или внутри трубы, с использованием различных теплоносителей (горячая вода, пар и т.д.) и схем движения нефти и теплоносителя (параллельно друг другу или на встречу друг другу);

– использование внешнего или внутреннего электрообогрева трубопровода с тепловой изоляцией или без нее (гибкие ленты, кабели, импедансный и индукционный способы и т.д.) для разогрева всего объема жидкости или только пристенного слоя.

Физико-химические методы можно разделить на следующие типы:

– перекачка в виде эмульсий нефти в воде с использованием стабилизирующих ПАВ и без них;

– разбавление перекачиваемой нефти маловязкими нефтями и другими углеводородными разбавителями (нефтепродукты, газовый конденсат и т.д.);

– термообработка путем нагрева нефти до определенной температуры с последующим ее охлаждением с заданным режимом до температуры перекачки;

– обработка депрессорной присадкой (стимулятором потока) всего объема нефти или только пристенного слоя потока.

К химическим методам относятся депарафинизация и деасфальтизация нефти и ее термодеструкция.

В историческом аспекте первоначально был разработан способ транспорта нефти в нагретом состоянии, а затем предложены такие технологии, как гидротранспорт высокозастывающих нефтей, применение углеводородных разбавителей и термообработка. Позднее появились предложения по использованию при перекачке депрессоров – химических соединений, улучшающих реологические свойства (предельное и статическое напряжения сдвига) парафинистых нефтей.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.

4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.

5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.

6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.

7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

8. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

8. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

FEATURES OF WATER TREATMENT TO MAINTAIN RESERVOIR PRESSURE

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена особенность подготовки воды при закачке в пласт для поддержания давления, приведены основные характеристики содержания примесей закачиваемой воды.

Ключевые слова: пластовое давление, нефтеотдача, воздействие на пласт, водоносные горизонты, пресная вода, пластовая вода, сточная вода, минерализация.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The peculiarity of water preparation during injection into the reservoir to maintain pressure is considered, the main characteristics of the content of impurities of the injected water are given.

Keywords: reservoir pressure, oil recovery, impact on the reservoir, aquifers, fresh water, reservoir water, waste water, salinity.

В настоящее время для целей поддержания пластового давления используется несколько видов воды, которые определяются местными условиями. Это – пресная вода, добываемая из специальных артезианских или подрусловых скважин, вода рек или других открытых водоисточников, вода водоносных горизонтов, встречающихся в геологическом разрезе месторождения, пластовая вода, отделенная от нефти в результате ее подготовки.

Все эти воды отличны друг от друга физико-химическими свойствами и, следовательно, эффективностью воздействия на пласт не только для повышения давления, но и повышения нефтеотдачи.

Основными качественными показателями вод, делающими возможным их применение, являются:

- 1) содержание взвешенных частиц: оценивается характеристикой заводняемого пласта и регламентируется величиной 40 ... 50 мг/л и размером 5 ... 10 мкм;
- 2) содержание кислорода – до 1,0 мг/л;
- 3) содержание железа – до 0,5 мг/л;
- 4) концентрация водородных ионов (рН) – 8,5 ... 9,5;
- 5) содержание нефти – до 30 мг/л.

На месторождении применяется химическая обработка пресной воды с целью удаления из нее солей и взвешенных частиц.

Однако, химическая обработка применяется для определенных месторождений, которые имеют высокую пористость и проницаемость пластов, отказ от подготовки воды по указанной выше технологии не вызывает значительных осложнений в работе системы, для других же районов месторождений она может оказаться неприемлемой.

Пластовые воды в свою очередь отличаются большим содержанием солей, механических примесей, диспергированной нефти, высокой кислотностью. Так, например, вода пласта Туймазинского нефтяного месторождения относится к высокоминерализованным рассолам хлоркальциевого типа плотностью 1040 ... 1190 кг/м³ с содержанием солей до 300 кг/м³ (300 г/л). Поверхностное натяжение воды на границе с нефтью составляет 5,5 ... 19,4 дин/см, содержание взвешенных частиц – до 100 мг/л, гранулометрический состав взвешенных веществ характеризуется преимущественным содержанием частиц до 2 мкм (более 50 % весовых).

Пластовые воды в процессе отделения от нефти смешиваются с пресными, с деэмульгаторами, а также с технологической водой установок по подготовке нефти. Именно эта вода, получившая название сточной, закачивается в пласт.

Характерной особенностью сточной воды является содержание нефтепродуктов (до 100 г/л), углеводородных газов до 110 л/м³, взвешенных частиц – до 100 мг/л.

Закачка в пласт такой воды не может проводиться без очистки до требуемых нормативов, которые устанавливаются по результатам опытной закачки.

Литература:

1. Снижение потери текучести высоковязких нефтей методом внесения депрессорных присадок / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 39–42.

2. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 143–147.

3. Повышение эффективности транспортировки высоковязкой нефти. Снижение вязкости методом разбавления / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 148–152.

4. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.

5. Величко Е.И., Приходько М.Г. Мягкие резервуары. Описание и применение // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 62–65.

6. Величко Е.И., Приходько М.Г. Подводные резервуары // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 66–68.

7. Газораспределительные станции: назначение основных узлов и их эксплуатация / Д.А. Иноземцев [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 156–160.

8. Анализ состава лакокрасочных покрытий для нефтегазового оборудования / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 281–284.

9. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.

10. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

11. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

Literature:

1. Reducing loss of flowability of high-viscosity oils by making depressor additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.

2. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 143–147.

3. Increasing the efficiency of transportation of high-viscosity oil. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 148–152.

4. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the under-lev method. Review of world experience / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 153–156.

5. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Soft tanks. Description and application // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 62–65.

6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 66–68.

7. Gas-distributing stations: assignment of main units and their operation / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 156–160.

8. Analysis of paint and lacquer coatings composition for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.

9. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.

10. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

11. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

INDUSTRIAL GAS SUPPLY SYSTEMS

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Предложены схемы газоснабжения промышленных предприятий, которые позволяют эффективно спроектировать данную систему, рассмотрены основные особенности и принципы газоснабжения предприятий.

Ключевые слова: газоснабжение, газопроводы высокого давления, горелки, газорегуляторных пунктов, газорегуляторных установок.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. Schemes of gas supply to industrial enterprises are proposed, which allow to effectively design this system, the main features and principles of gas supply to enterprises are considered.

Keywords: gas supply, high pressure gas pipelines, burners, gas control points, gas control installations

Промышленная система газоснабжения – технический комплекс, состоящий из газовых сетей, газорегуляторных пунктов (ГРП) и газорегуляторных установок (ГРУ), газопроводов и агрегатов, включая контрольно-измерительные приборы и трубопроводы безопасности. Комплекс обеспечивает транспортирование газа по промышленному предприятию и распределение его по газовым горелкам агрегатов. По трубопроводам газ поступает на территорию предприятия через ввод, на котором вне предприятия устанавливают главное отключающее устройство. Газ от ввода к цехам транспортируют по межцеховым газопроводам.

Промышленные предприятия получают газ от городских газораспределительных сетей среднего и высокого давления. Основная масса промышленных предприятий работает на максимальном давлении газа до 0,6 МПа. Крупные промышленные предприятия могут быть подключены к магистральным газопроводам первой ступени с давлением до 1,2 МПа, если такое давление обусловлено технологическими процессами. Предприятия с малыми расходами газа (50–150 м³/ч) можно присоединять также к сетям низкого давления.

Промышленные системы газоснабжения состоят из следующих элементов:

- вводов газопроводов на территорию предприятия;
- межцеховых газопроводов;
- внутрицеховых газопроводов;
- регуляторных пунктов (ГРП) и установок (ГРУ);
- пунктов измерения расхода газа;
- обвязочных газопроводов агрегатов, использующих газ.

Газ от городских распределительных сетей поступает в промышленные сети предприятия через ответвления и ввод. Транспортирование газа от ввода к цехам осуществляется по межцеховым газопроводам, которые могут быть подземными и надземными. Выбор способа их укладки зависит от территориального расположения цехов, характера сооружений, по которым предполагается прокладка газопроводов, насыщенности проездов подземными сооружениями.

Некоторые схемы промышленных систем предусматривают проектирование центрального ГРП, который снижает и регулирует давление газа в межцеховых газопроводах. В этом случае в них устанавливают и пункты измерения расхода газа. В межцеховых газопроводах, как правило, поддерживают среднее давление и только у мелких потребителей – низкое.

Внутрицеховые газопроводы прокладывают по стенам и колоннам в виде тупиковых линий. Необходимость кольцевания внутрицеховых газопроводов может возникнуть лишь для особо важных промышленных цехов. На ответвлениях к агрегатам устанавливают главные отключающие устройства. Газопроводы промышленных предприятий и котельных оборудуют специальными продувочными трубопроводами с запорными устройствами.

Давление во внутрицеховых газопроводах определяется давлением газа перед горелками. При установке перед агрегатами регуляторов давления газа давление во внутрицеховых газопроводах может существенно превосходить необходимое давление перед горелками. Основное отличие принципиальных схем промышленных систем газоснабжения заключается в принятых давлениях газа в межцеховых газопроводах, газопроводах перед горелками агрегатов, а также в расположении газорегуляторных пунктов, установок и наличии регуляторов давления перед агрегатами.

В зависимости от конкретных условий проектирования промышленных систем газоснабжения используют различные принципиальные схемы.

I. Одноступенчатые системы газоснабжения применяются:

1) при непосредственном присоединении предприятий к городским распределительным сетям низкого давления (рис. 1);

(Для рисунков 1–7 приняты следующие условные обозначения: Г1 – газопровод низкого давления; Г2 – среднего давления; Г3 – высокого давления категории 2; Г4 – высокого давления категории 1; УУРГ – узел учета расхода газа.)

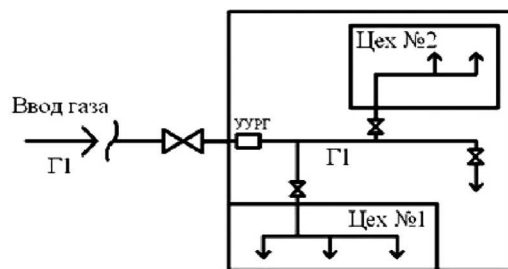


Рисунок 1 – Схема одноступенчатой системы газоснабжения промышленного предприятия

При присоединении промышленных объектов к городским сетям среднего давления через центральный ГРП и с низким давлением в промышленных газопроводах (рис. 2).

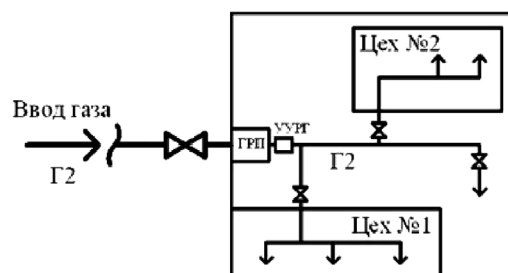


Рисунок 2 – Схема одноступенчатой системы газоснабжения промышленного предприятия

При присоединении промышленных объектов к городским сетям среднего (высокого) давления через центральный ГРП и со средним давлением в промышленных газопроводах (рис. 3).

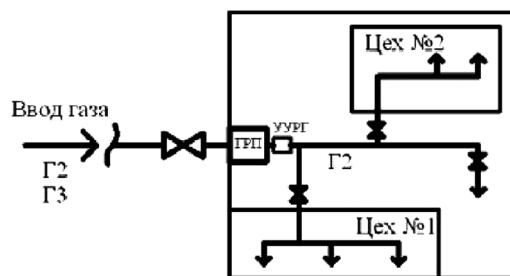


Рисунок 3 – Схема одноступенчатой системы газоснабжения промышленного предприятия

II. Двухступенчатые системы используются:

При непосредственном присоединении промышленных объектов к городским сетям среднего давления цеховыми ГРУ и с низким давлением в цеховых газопроводах (рис. 4);

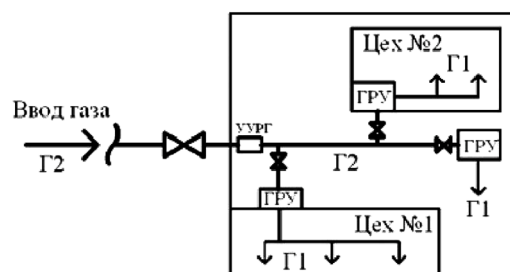


Рисунок 4 – Схема двухступенчатой системы газоснабжения промышленного предприятия

При непосредственном присоединении промышленных объектов к городским сетям среднего давления цеховыми ГРУ и со средним давлением в цеховых газопроводах (рис. 5).

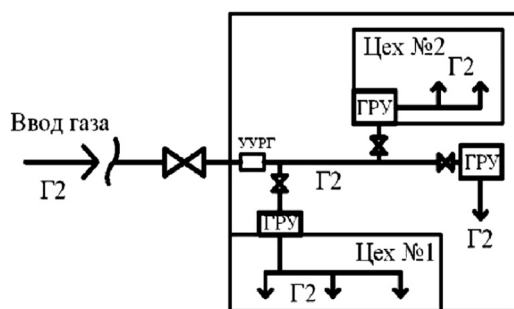


Рисунок 5 – Схема двухступенчатой системы газоснабжения промышленного предприятия

При присоединении к городским сетям через центральный ГРП с межцеховыми газопроводами среднего давления, цеховыми ГРУ и цеховыми газопроводами низкого давления (рис. 6).

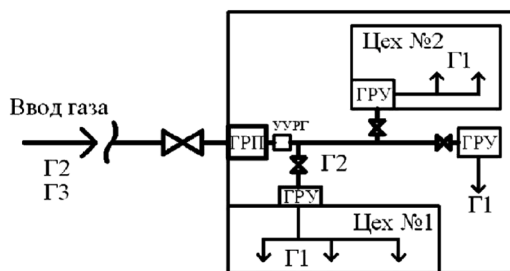


Рисунок 6 – Схема двухступенчатой системы газоснабжения промышленного предприятия

При присоединении к городским сетям через центральный ГРП с межцеховыми газопроводами среднего давления, цеховыми ГРУ и цеховыми газопроводами среднего давления (рис. 7).

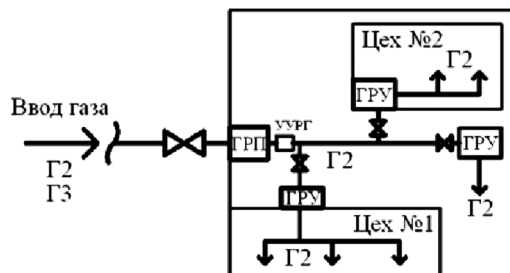


Рисунок 7 – Схема двухступенчатой системы газоснабжения промышленного предприятия

Предложенные схемы газоснабжения промышленных предприятий позволяют эффективно спроектировать эту систему. Также применение данных схем позволяет газифицировать промышленные предприятия в комплексе с газоснабжением жилых районов.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихреговые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Применение односплового эжекционного струйного аппарата для ввода ингибитора в промысловый газопровод / А.В. Поляков [и др.] // Электронный научный журнал нефтегазовое дело. – 2012. – № 1. – С. 151–157.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
8. Application of a single-nozzle ejection jet apparatus for injection of an inhibitor into a field gas pipeline / A.V. Polyakov [et al.] // Electronic scientific journal oil and gas business. – 2012. – № 1. – P. 151–157.

**ТИПЫ ПРИМЕНЯЕМЫХ ИНГИБИТОРОВ
ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ СКВАЖИН**

TYPES OF APPLIED INHIBITORS FOR WELL EQUIPMENT

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Тараник Роман Алексеевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ttaranik.roma@mail.ru

Соловьёв Михаил Дмитриевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
solovej2001@bk.ru

Аннотация. Представлены свойства ингибиторов, которые используются для защиты от коррозии оборудования скважин.

Ключевые слова: ингибиторы, коррозия, обработка, нейтрализация, фильтры скважин, НКТ, химические реакции.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Taranik Roman Alekseevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
ttaranik.roma@mail.ru

Soloviev Mikhail Dmitrievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
solovej2001@bk.ru

Annotation. The properties of inhibitors are presented, which are used to protect well equipment from corrosion.

Keywords: inhibitors, corrosion, treatment, neutralization, well filters, tubing, chemical reactions.

Ингибиторы – вещества, замедляющие скорость коррозии металлов. Поэтому ингибирование растворов кислот является необходимой операцией при любой кислотной обработке и предназначается для защиты от преждевременного коррозионного износа подземного и наземного оборудования скважин: эксплуатационных колонн, НКТ, фильтров скважин, емкостей хранения и передвижных емкостей, насосных агрегатов, линий обвязки. Ингибиторам коррозии предъявляются следующие требования:

1. Снижение скорости коррозии металла в 25 раз и более при малых концентрациях и невысокой стоимости;
2. Хорошая растворимость в используемых кислотах;
3. Возможность выпадения в осадок после взаимодействия кислоты с карбонатами (нейтрализации);
4. Невозможность образования осадков продуктами реакции кислоты.

На промыслах применяется целый ряд ингибиторов, различающихся защитными свойствами. Если защитные свойства того или иного ингибитора недостаточны, то используют комбинацию ингибиторов.

Формалин – водный раствор, содержащий 37 % формальдегида прозрачная жидкость плотностью 1106 кг/м^3 с резким запахом, со временем мутнеет вследствие выпадения белого осадка параформальдегида, особенно при отрицательной температуре. Поэтому для его хранения нужно отапливаемое помещение.

Уникол ПБ-5 – липкая темно-коричневая жидкость плотностью 1100 кг/м^3 . Полностью растворяется в соляной кислоте, но не растворяется в воде, особенно в сильно минерализованной. Поэтому в порах пласта после завершения реакции кислоты с породой выпадают очень объемистые осадки липкой органической массы.

Катапин-А – ионогенное катионоактивное ПАВ – один из лучших ингибиторов. При температуре до $80 \text{ }^\circ\text{C}$ и продолжительном воздействии на металл дозировка катапина-А может быть увеличена до 0,2 %. При температуре выше $80 \text{ }^\circ\text{C}$ катапин-А малоэффективен.

Катапин-К отличается от катапина-А только уменьшенным количеством углерода. Защитные свойства несколько хуже, чем катапина-А.

Катамин-А – также катионоактивное ПАВ, его защитные свойства хуже, чем катапина-А и катапина-К.

Уротропин технический – продукт взаимодействия аммиака с формальдегидом, бесцветные кристаллы, растворяется в воде, органических растворителях. Защитные свойства такие же, как у формалина. Поэтому оба реагента – и формалин, и уротропин – могут служить резервными на случай отсутствия высокоактивных реагентов.

Реагент И-1-А – побочный продукт процесса синтезирования и представляет собой смесь нескольких веществ.

Реагент УФЭв – неионогенное ПАВ, обладает определенными защитными свойствами. При дозировке УФЭв 0,1–0,3 % кратность снижения коррозии составляет всего 11–14. Поэтому самостоятельно может применяться только при отсутствии более активных ингибиторов. По согласованию с потребителем кислота может поставляться завода-ми-изготовителями с введенным в нее ингибитором.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Применение односплового эжекционного струйного аппарата для ввода ингибитора в промысловый газопровод / А.В. Поляков [и др.] // Электронный научный журнал нефтегазовое дело. – 2012. – № 1. – С. 151–157.
9. Материалы для проведения неразрушающего контроля капиллярным методом / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 285–288.
10. Эффективное решение для тампонирувания скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
11. Терещенко И.А., Полякова В.В. Проект экологичной установки получения биодизеля // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 202–204.
12. Газификация удаленных населенных пунктов регионов России с применением передвижных автогазозаправщиков / В.И. Дунаев [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.
13. Борьба с пенообразованием в промысловых аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
14. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.
15. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
16. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.
3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
8. Application of a single-nozzle ejection jet apparatus for injection of an inhibitor into a field gas pipeline / A.V. Polyakov [et al.] // Electronic scientific journal oil and gas business. – 2012. – № 1. – P. 151–157.
9. Materials for non-destructive testing by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 285–288.
10. Effective solution for tamponization of wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
11. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
12. Gasification of Remote Settlements of Russian Regions with the Use of Mobile Gas Filling Trucks / V.I. Dunayev [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
13. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New-generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
14. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
15. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenkoko [et al.] // Referatotech: materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
16. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.

**ТРУБОПОРШНЕВЫЕ ПОВЕРОЧНЫЕ УСТАНОВКИ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА НЕФТИ**

TUBULAR PISTON CALIBRATION RIGS FOR MEASURING OIL CONSUMPTION

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Самарин Михаил Анатольевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@yandex.ru

Тараник Роман Алексеевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ttaranik.roma@mail.ru

Соловьёв Михаил Дмитриевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
solovej2001@bk.ru

Аннотация. Представлено описание принципа работы двунаправленных трубопоршневых поверочных установок. Выявлены основные преимущества перед другими применяющимися расходомерами.

Ключевые слова: нефть, расходомеры, точность, калибровка, поверка, импульсы.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Samarin Mikhail Anatolievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
samarin1901@yandex.ru

Taranik Roman Alekseevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
ttaranik.roma@mail.ru

Soloviev Mikhail Dmitrievich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
solovej2001@bk.ru

Annotation. The description of the principle of operation of bi-directional piston-tube calibration rigs is presented. The main advantages over other used flow meters are revealed.

Keywords: oil, flow meters, accuracy, calibration, verification, impulses.

Двунаправленные трубопоршневые поверочные установки (ТПУ) предназначены для проведения поверки, калибровки и контроля метрологических характеристик средств измерений объема и массы на месте эксплуатации без нарушения процесса учета рабочего продукта. ТПУ производительностью до 1100 м³/час могут производиться как в мобильном, так и в стационарном варианте, ТПУ с более высокой производительностью – в стационарном варианте.

Наиболее широкое применение ТПУ нашли в нефтяной, нефтеперерабатывающей и химической промышленности, а также в других отраслях, где необходима высокая точность измерения расхода. Основное преимущество двунаправленной ТПУ по сравнению с однонаправленной ТПУ:

В двунаправленной конструкции ТПУ объем измерительного участка принимается за проход поршня в обоих направлениях, вследствие чего компенсируется погрешность срабатывания детекторов, за счет чего достигается увеличение достоверности измерений и улучшение повторяемости.

Основное преимущество двунаправленной ТПУ по сравнению с компактным пружером:

В отличие от компактных пружеров, где часто для получения достоверных измерений при поверке/калибровке преобразователей расхода необходимо применение дополнительного компаратора, в двунаправленных ТПУ, благодаря достаточному объему измерительного участка, достоверные метрологические характеристики гарантируются без применения компаратора.

ТПУ представляет собой установку двунаправленного действия, в качестве переключателя потока применяется четырехходовой кран с контролем герметичности, двух камер приема/пуска шарового поршня. Измерительный участок изготавливается из труб и отводов, калиброванных по внутреннему диаметру. Измерительный участок ограничен детекторами, которые фиксируют прохождение шарового поршня.

В процессе поверки расходомера шаровый поршень, находящийся внутри пусковой камеры, увлекается потоком жидкости и начинает движение в направлении противоположной камеры приема-пуска. Попадая в разгонный участок ТПУ, поршень полностью перекрывает внутреннее сечение ТПУ и движется вместе с жидкостью с одной и той же скоростью. При прохождении поршня детектор генерирует сигнал, разрешающий отсчет импульсов от поверяемого преобразователя расхода (ПР). Когда поршень достигает второго детектора, генерируемый им сигнал дает команду на прекращение отсчета импульсов. По числу импульсов, поступивших с преобразователя расхода и фиксированному объему калиброванного участка ТПУ, находящегося между детекторами, определяется коэффициент преобразования ПР. Далее поршень попадает в противоположную камеру ТПУ и остается там до тех пор, пока 4х ходовой кран не изменит направление потока жидкости внутри пружера на противоположное. Далее шаровый поршень увлекается потоком идущим в противоположном направлении и процесс поверки повторяется вновь.

Благодаря многократным перемещениям шарового поршня между пусковыми камерами внутри ТПУ и подсчету количества импульсов, поступивших с преобразователя расхода за каждый проход шаровым поршнем калиброванного участка между детекторами, набираются статистические результаты измерений, которые позволяют получить метрологические характеристики расходомера с высокой достоверностью. Установка дополнительных детекторов прохождения поршня позволяет существенно сократить время поверки расходомеров.

Трубопоршневые установки для измерения нефти достаточно точно проводят измерение количества нефти и являются наиболее распространенными измерительными системами в отрасли.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.

2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.

3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.

4. Вихретоковые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.

5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.

6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.

7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.

8. Применение односнопного эжекционного струйного аппарата для ввода ингибитора в промысловый газопровод / А.В. Поляков [и др.] // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2012. – № 1. – С. 151–157.

9. Полякова В.В., Терещенко И.А. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий // Сборник лучших научных работ молодых ученых кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2018. – С. 43–44.

10. Анализ технического состояния аппаратов сбора и подготовки продукции скважин и оценка возможности продления их срока службы на территории Краснодарского края / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию победы в великой отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

11. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.

12. Настройка чувствительности ультразвукового дефектоскопа для контроля оборудования, заполненного транспортируемой или хранимой средой / П.С. Кунина [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2018. – № 9. – С. 49–54.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.

2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.

4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.

5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.

6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.

7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.

8. Application of a single-nozzle ejection jet apparatus for injection of an inhibitor into a field gas pipeline / A.V. Polyakov [et al.] // Electronic scientific journal Oil and gas business. – 2012. – № 1. – P. 151–157.

9. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // In the collection: Collection of the best scientific papers of young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar, 2018. – P. 43–44.

10. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well production and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference, devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – P. 164–169.

11. Tereschenko I.A., Polyakov A.V., Boiko S.I. Increasing the efficiency of oil and gas preparation processes by reducing foam formation // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2013. – № 4. – P. 33–34.

12. Setting the sensitivity of the ultrasonic flaw detector to control equipment filled with transported or stored medium / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 9. – P. 49–54.

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ГПА

GPU REGULATION SYSTEM

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. Представлено описание и принцип работы систем ГПА, отражены основные функции и особенности эксплуатации.

Ключевые слова: система регулирования ГПА, маслосистема, автоматика, система суфлирования, датчики, лабиринтные уплотнения.

Khanyuchenko Nikita Demyanovich

assistant of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. The description and principle of operation of the GPU systems are presented, the main functions and features of operation are reflected.

Keywords: GCU control system, oil system, automation, venting system, sensors, labyrinth seals.

Система регулирования ГПА предназначена для осуществления автоматического дозирования топливного газа на всех переходных и стационарных режимах работы двигателя.

Система регулирования выполняет следующие функции:

- автоматический запуск с выходом на холостой ход;
- автоматический переход двигателя с холостого хода на режим регулятора;
- дистанционное изменение заданного режима работы двигателя;
- автоматическое поддержание заданной частоты вращения в диапазоне рабочих режимов двигателя;
- ограничение скорости набора режима в диапазоне от холостого хода до номинального режима для предотвращения помпажа;
- снижение расхода топливного газа по сигналам от регулятора температуры газов;
- подача топлива к пусковым блокам для воспламенения;
- ограничение максимального расхода топлива;
- нормальное или аварийное прекращение подачи топлива по сигналам из системы управления.

Для работы системы регулирования необходимо подвести:

- топливный газ;
- масло из системы автоматике;
- масло от импеллера;
- воздух из компрессора высокого давления.

Система регулирования состоит из следующих сборочных единиц: блока топливных агрегатов, импеллера, датчиков и приборов контроля.

Блок топливных агрегатов установлен в шкафу, имеющем выходы для подключения блока к системам двигателя. Блок топливных агрегатов БТА предназначен для подачи топливного газа в двигатель.

В него входят:

- регулятор частоты вращения;
- комбинированный стоп-кран;
- клапан броска;
- дроссельный клапан;
- дозирующий клапан.

Маслосистема автоматики обеспечивает рабочим маслом заданного давления систему регулирования двигателя на всех режимах работы двигателя.

Маслосистема автономная, с отдельным маслобаком и насосами. В маслосистемы автоматики входят:

- маслобак;
- электромаслонасос;
- маслонасос с приводом;
- фильтр;
- сигнализатор давления;
- датчик давления.

Система смазки двигателя обеспечивает постоянную подачу масла на смазку и охлаждение подшипников и всех трущихся деталей двигателя. Система смазки двигателя – циркуляционная под давлением.

Система суфлирования предназначена для сообщения масляных полостей двигателя с атмосферой с целью снижения давления в масляных полостях и обеспечения нормальной работы масляной системы и уплотнений. Для предотвращения попадания масла из масляных полостей в проточную часть предусмотрен подпор в лабиринтных уплотнениях воздухом.

Лабиринтные уплотнения масляной полости турбины нагнетателя. Так как давление воздуха перед лабиринтными уплотнениями всегда выше давления в масляных полостях, то воздух по зазорам лабиринтных уплотнений протекает в масляные полости и препятствует выходу масла, образуя в этих полостях масловоздушную смесь. Масловоздушная смесь из масляных полостей вместе с отработавшим маслом поступает по трубам в цистерну циркуляционную.

Из циркуляционной цистерны масловоздушная смесь по трубе суфлируется в маслоотделитель статический для окончательного отделения масла, которое затем сливается в цистерну циркуляционную. Очищенный от масла в статическом маслоотделителе воздух выбрасывается через свечу.

Система электрооборудования двигателя предназначена для осуществления управления блокировок и отключения при срабатывании защит при отклонении параметров за пределы допустимых.

Электрооборудование системы управления двигателем обеспечивает:

- запуск и холодную прокачку электроаппаратами переменного тока;
- нормальную остановку;
- аварийную остановку;
- защиту двигателя;
- режимную работу.

В состав электрооборудования входят датчики и агрегаты, расположенные на двигателе и раме двигателя. Система электрооборудования двигателя работает совместно с системой электрооборудования ГПА и системой автоматического управления.

Система регулирования ГПА позволяет автоматизировать управление всеми процессами и контролировать большое количество текущих рабочих параметров. Это позволяет существенно упростить эксплуатацию такой сложной системы как ГПА, и использовать ее в нефтегазовой отрасли.

Литература:

1. Радиационный метод контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 301–304.
2. Акустические методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 277–280.
3. Электрические методы и средства контроля диагностики / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 20–23.
4. Вихрековые методы контроля / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 28–31.
5. Виды отказов технических систем / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 36–39.
6. Особенности соединения труб из разнородных материалов / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 48–51.
7. Способы сварки труб различных марок сталей / А.В. Поляков [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 56–59.
8. Борьба с пенообразованием в промышленных аппаратах с помощью струйного насоса / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне / ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.
9. Солевой подогреватель для двигателей внутреннего сгорания / И.А. Терещенко [и др.] // Referatotech: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
10. Устройство для утилизации и преобразования тепловой энергии промышленных предприятий / Н.Д. Ханюченко [и др.] // Referatotech: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 190–194.
11. Чудаков Г.М., Терещенко И.А. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин // Нефть, газ и бизнес. – 2012. – № 4. – С. 70–71.

Literature:

1. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 301–304.
2. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 1. – P. 277–280.

3. Electrical methods and means of controlling diagnostics / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 20–23.
4. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Proceedings of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 28–31.
5. Types of failures of technical systems / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 36–39.
6. Peculiarities of connecting pipes made of heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 48–51.
7. Methods of welding of pipes of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 56–59.
8. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75-th anniversary of the Victory in the Great Patriotic War / FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.
9. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereshchenko [et al.] // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 169–172.
10. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 190–194.
11. Chudakov G.M., Tereshchenko I.A. Application of foam liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКОРИНГОВОЙ СИСТЕМЫ КРЕДИТА

MATHEMATICAL MODELING OF THE CREDIT SCORING SYSTEM

Чернуха Елена Павловна

старший преподаватель кафедры «Прикладная математика»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
sahno_elena@bk.ru

Проценко Александр Игоревич

студентка группы 17-КБ-ИВ1
института «Компьютерных систем и информационной безопасности»,
Кубанский государственный технологический университет
rektalizer@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается математическое моделирование скоринговой системы оценки заемщиков, то есть разработка функций и методов работы системы. При рассмотрении заявки на получение ссуды банк оценивает потенциального заемщика по различным факторам. Математическая модель, анализируя и обрабатывая различные данные, определяет платежеспособность потенциального клиента, а также степень риска невозврата выделенных средств.

Ключевые слова: математическое моделирование, скоринговая система, платежеспособность, кредитование.

Chernukha Elena Pavlovna

Senior Lecturer of the Department «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University
sahno_elena@bk.ru

Protsenko Alexander Igorevich

Student of group 17-KB-IV1,
Institute of «Computer Systems and Information Security»,
Kuban State Technological University
rektalizer@gmail.com

Annotation. The article deals with the mathematical modeling of the scoring system for evaluating borrowers, that is, the development of the functions and methods of the system. When considering a loan application, the bank evaluates the potential borrower by various factors. The mathematical model, analyzing and processing various data, determines the solvency of a potential client, as well as the degree of risk of non-repayment of the allocated funds.

Keywords: mathematical modeling, scoring system, solvency, lending

Крупные банковские системы ежедневно работают с огромным количеством клиентов, следовательно, для уменьшения среднего времени затрачиваемого одним сотрудником банка на приём одного клиента, используется множество различ-

ных математических методов оптимизации решения поставленной задачи. У каждого пользователя имеется история операций, учётная запись, и большое количество прочих данных, которые банк обрабатывает для ускорения работы и совершения операций. Так, например, обрабатывая информацию о переводах на/с вашей карты, банк может в одностороннем порядке заблокировать к ней доступ.

Таким же образом банк выносит решения об одобрении, или отказе в различных видах кредита. Несомненно, это далеко не односторонняя операция, тем не менее, существуют критерии, при несоблюдении которых банк откажет вам в любом случае, например, если у вас нет в течение долгого времени, или никогда не было постоянного дохода, банк однозначно откажет вам в получении кредита. Однако, важно понимать, что не всегда имеющейся информации хватает для вынесения правильного решения. Банк может упустить выгодный для себя кредит, а заёмщик не получит деньги, которые он в перспективе мог бы приумножить. Именно поэтому, широко распространена система кредитного рейтинга или скорингового балла.

Поэтому целью работы было провести математическое моделирование скоринговой модели кредита. В нашем случае критерием оценки клиента будет скоринговый балл, который строится как на очевидных параметрах (размер заработной платы, кредитная история и т.п.), так и на менее очевидных (семейное положение, уровень образования и т.п.). В стандартный перечень информации входит более десятка пунктов. Конкретное число варьируется в зависимости от особенностей банка и вида кредитного продукта. В итоге мы получаем решение, с какой вероятностью успеха клиент можем рассчитывать на одобрение кредита банком. Отличительной особенностью разработанной нами системы является возможность выставить предполагаемую сумму кредита, если таковая имеется, что тоже повлияет на результат.

При формировании математической модели нашей системы были использованы основные математические принципы теории принятия решений, в частности многокритериальный метод оценок [1, 2].

В результате наших исследований была создана программа для ЭВМ «Принятие решения об одобрении кредита» в среде разработки Visual Studio на языке программирования C#. Данный язык был выбран из-за своего удобства и относительной простоты. Будучи объектно-ориентированным языком, которому присущи такие свойства как инкапсуляция, полиморфизм и наследование, и имея существенную техническую поддержку, трудностей при разработке не возникло. В качестве пользовательского интерфейса был взят API Windows Forms на базе фреймворка.NET.

Программа представляет собой систему оценивания в форме опросника. Пользователю необходимо выбрать варианты ответа соответствующие реальным данным о нём. Если не указать какую-либо информацию кроме опциональной, то за этот пункт скоринговый балл автоматически не будет засчитан. Некоторые критерии влияют гораздо сильнее других, например, с плохой кредитной историей, вам вероятнее всего будет отказано в одобрении кредита, а наличие поручителя является серьезным основанием для его одобрения. Математические формулы для расчёта скорингового балла устроены так, чтобы минимизировать риски для банка при одобрении кредита, и увеличить вероятность того, что заёмщик сможет погасить кредит в требуемый срок. Общий скоринговый балл – это сумма всех оценок по вопросам анкеты, умноженные на весовые коэффициенты вопросов. Итоговый результат определяется по предварительно заданной шкале.

После нажатия кнопки «Узнать кредитоспособность», произойдёт подсчёт скорингового балла, с сопутствующей информацией о вероятности одобрения кредита банком.

Литература:

1. Булатникова И.Н., Карнаухов В.И. Особенности разработки системы принятия решений в условиях неопределенности // Сб. лучших научных работ молодых ученых КубГТУ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2017. – С. 50–52
2. Орлов А.И. Теория принятия решений : учебное пособие. – М. : Издательство «Экзамен», 2005. – 656 с.

Literature:

1. Bulatnikova I.N., Karnaukhov V.I. Features of the development of a decision-making system in the conditions of uncertainty // Collection of the best scientific works of young scientists of KubSTU, awarded at competitions. – Krasnodar, 2017. – P. 50–52.
2. Orlov A.I. Theory of decision-making : Textbook. – M. : Publishing house «Exam», 2005. – 656 p.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫБОРА
ПОСТАВЩИКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ**

**MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS OF SELECTING
OF TRANSPORT SERVICE PROVIDER**

Чернуха Елена Павловна

старший преподаватель кафедры «Прикладная математика»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
sahno_elena@bk.ru

Вороновская Елена Алексеевна

студентка группы 17–КБ-ИВ1
института «Компьютерных систем и информационной безопасности»,
Кубанский государственный технологический университет
elena-963@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы математического моделирования процесса выбора поставщика транспортных услуг. Рассматриваются основные вопросы выбора поставщика транспортных услуг: как оценить риски и принять взвешенное решение. Когда компании ищут перевозчика, они сравнивают стоимость доставки, условия для груза, составляют рейтинги транспортников, чтобы выбрать надежного партнера. Проведенное математическое моделирование позволяет сделать выбор перевозчика очевидным и осмысленным.

Ключевые слова: математическое моделирование, управление и планирование в экономике, транспортные перевозки

Chernukha Elena Pavlovna

Senior Lecturer of the Department «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University
sahno_elena@bk.ru

Voronovskaya Elena Alekseevna

Student of group 17–КБ-ИВ1,
Institute of «Computer Systems and Information Security»,
Kuban State Technological University
elena-963@mail.ru

Annotation. The article deals with the issues of mathematical modeling of the process of choosing a transport service provider. The main issues of choosing a transport service provider are considered: how to assess risks and make an informed decision. When companies are looking for a carrier, they compare the cost of delivery, the conditions for the cargo, and make ratings of transport operators in order to choose a reliable partner. The conducted mathematical modeling allows us to make the choice of the carrier obvious and meaningful.

Keywords: mathematical modeling, management and planning in the economy, transport transportation

Выбор поставщика – одна из наиболее важных задач обеспечения эффективности логистики снабжения. Основные этапы ее решения: сбор информации о поставщиках; анализ полученной информации на основе критериев выбора поставщика; принятие решения о выборе поставщика. При выборе нового поставщика по результатам поиска и анализа соответствующего рынка первоначально выполняется поиск потенциальных поставщиков, а затем их сравнение между собой. Выделяют следующие признаки, по которым оценивают поставщиков: цена поставляемой продукции; качество поставляемой продукции; сроки поставок или надежность.

По мере развития рынка логистических услуг, растет возможность выбора поставщика услуги транспортировки. Как правило, основными критериями выбора являются соответствие технологическим параметрам груза (масса, объем, температурный режим и пр.), стоимость и ожидаемый срок доставки. Это необходимые критерии, но их недостаточно для принятия решения:

- соответствие технологическим параметрам предопределяет оптимальное техническое решение (фура, вагон, контейнер и т.п.), однако это решение одновременно будет предложено несколькими компаниями;

- выбранное техническое решение определяет ожидаемый срок доставки и определяется скоростью магистральной перевозки (например: график движения судов, время доставки по железной дороге и т.п.);

- стоимость доставки также определяется стоимостью магистральной перевозки (ЖД-тариф, сложившаяся цена на автодоставку), компании-поставщики предлагают близкие условия, и готовы вести переговоры о снижении стоимости – но в относительно небольших рамках [1].

Для оценки поставщиков используются разные математические методы. В данной работе реализован многокритериальный метод оценок – определяются наиболее значимые критерии поставщиков, система баллов и максимальные оценки, а также значимость критериев в долях единицы. Чем выше балл, тем предпочтительней поставщик.

Целью нашей работы было разработать математическую модель оптимального выбора поставщика транспортных услуг по списку определенных критериев. Для этого нами был выбран метод из теории принятия решений – метод оценки, с помощью которого можно быстро и эффективно реализовать поставленную задачу.

Для начала определяется подробный список поставщиков и информация о том, какие услуги они предлагают, а также матрица тарифов доставки груза по улично-дорожной сети [2] для создания математической модели движения груза по улично-дорожной сети. Система является гибкой, позволяя добавлять неограниченное количество поставщиков, так как работает с базой данных, которая содержит сведения о запчастях автомобилей, марке, годе выпуска, типе кузова и т.д. Внести изменения в базу данных можно в любой момент времени. Система также позволяет оценить наиболее подходящего поставщика транспортных услуг. Для этого пользователь указывает как точные критерии, например, марка автомобиля, так и предпочтительные критерии, например, страна, в которой произведена деталь автомобиля. На основе выбранных критериев, балльным методом, выбирается наиболее подходящий поставщик транспортных услуг.

В результате исследования была создана программа ЭВМ в среде Visual Studio на языке программирования C#. Данный язык использует объектно-ориентированный подход к программированию. Это означает, что необходимо лишь описывать абстрактные конструкции на основе предметной области, а потом реализовывать между ними взаимодействие. Данная особенность позволяет создавать универсальные программы, а также с минимумом трудностей при разработке. Математическая модель реализована в виде оконного приложения – Windows Forms, не требует установки дополнительных программ и настройки самой программы. Гибкость и универсальность приложения позволяет легко вносить данные о поставщиках и на основе выбранных критериев выбирать оптимального.

Литература:

1. Аболонин С.М. Конкуренентоспособность транспортных услуг: учебное пособие. – М. : ИКЦ «Академия», 2004.
2. Наумова Н.А., Данович Л.М., Булатникова И.Н. Модель движения транспортных потоков по улично-дорожной сети и ее программная реализация // Транспорт Урала. – 2009. – № 4 (23). – С. 14–18.

Literature:

1. Abolonin S.M. Competitiveness of transport services: textbook. – М. : ICC «Academy», 2004.
2. Naumova N.A., Danovich L.M., Bulatnikova I.N. Model of traffic flows on the road network and its software implementation // Transport of the Urals. – 2009. – № 4 (23). – P. 14–18.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ
ДИССОЦИАЦИИ МОЛЕКУЛ ВОДЫ НА ПЕРЕНОС ИОНОВ 1:1
СОЛИ В СЕЧЕНИИ КАНАЛА ОБЕССОЛИВАНИЯ**

**MATHEMATICAL MODEL EFFECT OF THE CATALYTIC REACTION
OF DISSOCIATION OF WATER MOLECULES ON THE TRANSPORT OF 1:1
SALT IONS IN THE CROSS SECTION CHANNEL OF THE DESALINATION**

Чубырь Наталья Олеговна

доцент кафедры «Прикладной математики»
института «Институт фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
chubyr-natalja@mail.ru

Гудза Инна Владимировна

Аспирантка кафедры «Прикладной математики»
факультета «Компьютерных технологий и прикладной математики»,
Кубанский государственный университет
shkorkina_inna@mail.ru

Коваленко Анна Владимировна

заведующая кафедрой «Анализа данных и искусственного интеллекта»
факультета «Компьютерных технологий и прикладной математики»,
Кубанский государственный университет
savanna-05@mail.ru

Аннотация. В данной работе предлагается математическая модель диссоциации молекул воды, учитывающая два механизма диссоциации молекул воды: каталитический, обусловленный активностью ионогенных групп мембрани некаталитический, связанный с действием внешнего электрического поля на молекулы воды. Проведено численное решение краевой задачи математической модели методом конечных элементов. Установлены основные закономерности переноса ионов 1:1 соли в сечении канала обессоливания с учетом обоих механизмов диссоциации молекул воды.

Ключевые слова: мембранные системы, математическая модель, сечение канала обессоливания.

Chubyr Natalia Olegovna

Associate Professor of the «Department applied mathematics»,
Institute «Institute of Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University
chubyr-natalja@mail.ru

Gudza Inna Vladimirovna

Postgraduate Student of the «Department of applied mathematics»
Faculty of computer technology and applied mathematics,
Kuban state University
shkorkina_inna@mail.ru

Kovalenko Anna Vladimirovna

Department chair of «Data analysis and artificial intelligence»
Faculty of «Computer technology and applied mathematics»,
Kuban state University
savanna-05@mail.ru

Annotation. In this paper, we propose a mathematical model of the dissociation of water molecules that takes into account two mechanisms of the dissociation of water molecules: 1 – the catalytic, due to the activity of ionogenic groups of membranes, and 2 – the non-catalytic, associated with the action of an external electric field on water molecules. The numerical solution of the boundary value problem of the mathematical model is carried out by the finite-element method. The main regularities of the 1:1 salt ion transfer in the cross section of the desalination channel are established, taking into account both mechanisms of the dissociation of water molecules.

Keywords: membrane systems, mathematical model, cross-section of the desalting channel.

Введение. Влияние реакции диссоциации/ рекомбинации на процессы переноса ионов соли в мембранных системах является актуальной проблемой [1, 2]. В работах [3] было показано, что ионогенные группы в мембранах выступают в качестве катализаторов и в поверхностном слое мембран происходит каталитическая реакция диссоциации молекул воды. В работах [наши] показано, что в расширенной области пространственного заряда напряженность электрического поля настолько высока, что электрическое поле разрывает молекулы воды и поэтому происходит некаталитическая диссоциация молекул воды с максимально возможной константной скоростью. В настоящее время эти два механизма диссоциации теоретически исследуются в отдельности, хотя они действуют совместно. В данной работе предлагается математическая модель диссоциации молекул воды, учитывающая оба этих механизма диссоциации.

1. Математическая модель

Краевая задача математической модели нестационарного переноса бинарного электролита в сечении канала обессоливания, образованного анионообменной и катионообменной мембранами с учетом каталитической реакции диссоциации молекул воды в потенциостатическом режиме имеет вид [4]:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -\frac{\partial j_i}{\partial x} + R_i, \quad i = 1, \dots, 4; \quad (1)$$

$$j_i = -z_i \frac{F}{RT} D_i C_i \frac{\partial \phi}{\partial x} - D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}, \quad i = 1, \dots, 4; \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = -\frac{F}{\epsilon_r} (z_1 C_1 + z_2 C_2 + z_3 C_3 + z_4 C_4); \quad (3)$$

$$R_1 = R_2 = 0, \quad R_3 = R_4 = k_d C_{H_2O} - k_r C_3 C_4 = k_r (k_w - C_3 C_4); \quad (4)$$

$$z_1 = 1, \quad z_2 = -1, \quad z_3 = 1, \quad z_4 = -1,$$

где z_i – зарядовые числа катионов и анионов в растворе; C_i , j_i , D_i – концентрация, поток, коэффициент диффузии i -го иона соответственно; ϵ_r – диэлектрическая проницаемость раствора; R – универсальная газовая постоянная; F – число Фарадея; T – абсолютная температура; ϕ – потенциал; k_d – константа скорости диссоциации молекул воды; k_r – константа скорости рекомбинации ионов водорода и гидроксила; k_w – константа равновесия.

Краевые условия:

При $x = 0$:

$$\left(-\frac{F}{RT} C_1 D_1 \frac{\partial \phi}{\partial x} - D_1 \frac{\partial C_1}{\partial x} \right) \Big|_{x=0} = 0, \quad C_2(t, 0) = C_{2a}(t),$$

$$\left(-\frac{F}{RT} C_3 D_3 \frac{\partial \varphi}{\partial x} - D_3 \frac{\partial C_3}{\partial x} \right) \Big|_{x=0} = j_{3a}, \quad \frac{\partial C_4}{\partial x}(t, 0) = 0, \quad \varphi(t, 0) = \varphi_0.$$

При $x=H$, где H – ширина сечения канала:

$$C_1(t, H) = C_{1k}(t), \quad \left(\frac{F}{RT} C_2 D_2 \frac{\partial \varphi}{\partial x} - D_2 \frac{\partial C_2}{\partial x} \right) \Big|_{x=H} = 0, \quad \frac{\partial C_3}{\partial x}(t, H) = 0,$$

$$\left(\frac{F}{RT} C_4 D_4 \frac{\partial \varphi}{\partial x} - D_4 \frac{\partial C_4}{\partial x} \right) \Big|_{x=H} = j_{4k}, \quad \varphi(t, H) = 0.$$

Начальные условия:

$$C_1(0, x) = C_{10}(x), \quad C_2(0, x) = C_{20}(x), \quad C_3(0, x) = C_{30}(x),$$

$$C_4(0, x) = C_{40}(x), \quad \varphi(0, x) = 0.$$

2. Результаты численного исследования

Численное решение, получено методом конечных элементов при различных значениях параметров. Один из вариантов имеет вид:

$$H = 0,001 \text{ м}, \quad \varphi_0 = 0,1 \text{ В}, \quad C_{1k} = 0,1 \text{ м.1 моль}^3, \quad C_{2a} = 0,1 \text{ м.1 моль}^3,$$

$$C_1(0, x) = 0,1 \text{ м.1 моль}^3, \quad C_2(0, x) = 0,1 \text{ м.1 моль}^3, \quad C_3(0, x) = 0 \text{ ммоль}^3,$$

$$C_4(0, x) = 0 \text{ ммоль}^3, \quad j_{3a} = -j_{4k} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ моль}/(\text{м}^2 \text{ с})$$

Остальные параметры $F, R, T, D_i, \varepsilon_r, k_d, k_w$ имеют табличные значения, либо подписаны в рисунках. Ниже приведены результаты для раствора KCl.

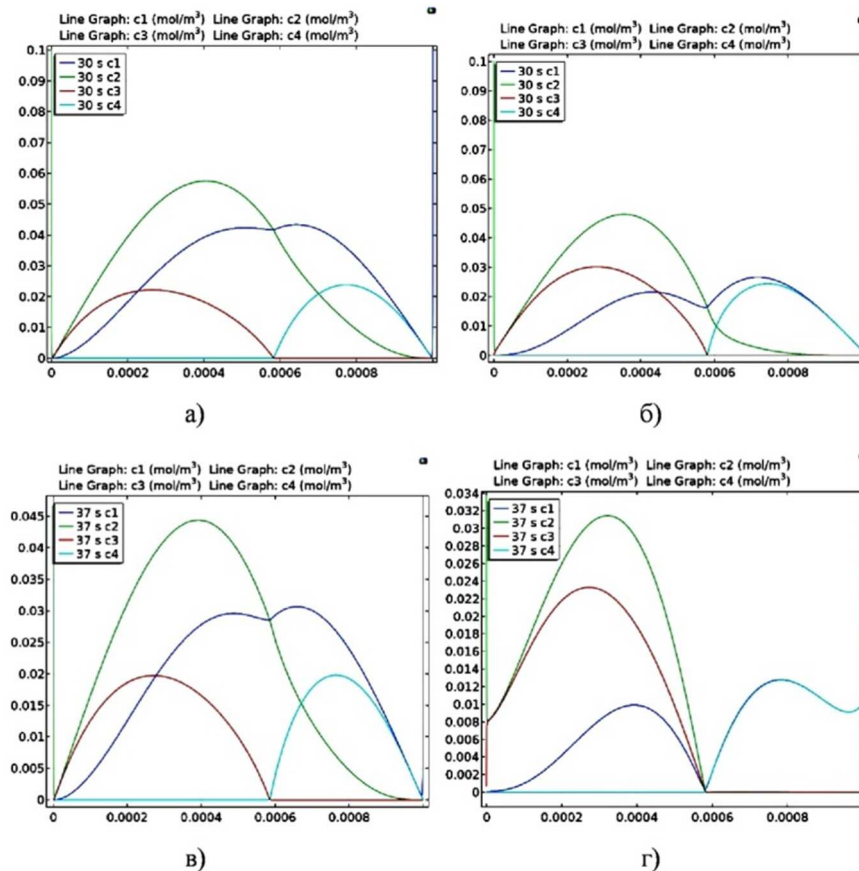


Рисунок 1 – графики концентраций: при $t = 30$ с а) некаталитическая, б) каталитическая; при $t = 37$ с в) некаталитическая, г) каталитическая

Как видно из рисунка 1, каталитическая реакция диссоциации/рекомбинации молекул воды ускоряет процесс обессоливания, но при этом, концентрация H^+ и OH^- больше, чем случае с некаталитической реакцией. Со временем концентрация ионов H^+ становится вблизи АОМ сопоставимой с концентрацией ионов Cl^- , а концентрация OH^- с концентрацией K^+ вблизи катионообменной мембраны, в то время как концентрация других ионов мала. Концентрация ионов калия имеет локальный минимум в некоторой внутренней точки в сечении канала, что обусловлено реакцией рекомбинации около этой точки ионов H^+ и OH^- . Все концентрации внутри области имеют локальные максимумы, наличие которых объясняется постоянными начальными условиями и селективностью ионообменных мембран.

Заключение

В работе рассматривается математическая модель диссоциации молекул воды, учитывающая каталитический и некаталитический механизм диссоциации молекул воды. Проведено численное решение краевой задачи математической модели методом конечных элементов. Установлены основные закономерности переноса ионов 1:1 соли в сечении канала обессоливания с учетом обоих механизмов диссоциации молекул воды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 19-08-00252 А «Теоретическое и экспериментальное исследование вольтамперных характеристик электромембранных систем».

Литература:

1. Theoretical Analysis of the Stationary Transport of 1: 1 Salt Ions in a Cross-Section of a Desalination Channel, Taking into Account the Non-Catalytic Dissociation / M.A.Kh. Urtenov [et al.] // Recombination Reaction of Water Molecules membranes. – Vol. 10. – № 11. – С. 342.
2. Влияние температурных эффектов, связанных с реакцией диссоциации / рекомбинации молекул воды и джоулевым нагревом раствора на стационарный перенос ионов соли в диффузионном слое / А.В. Коваленко [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. Kuban State University, 2018. – Т. 15. – № 4. – С. 67–84.
3. Simons R. The origin and elimination of water splitting in ion exchange membranes during water demineralization by electrodialysis // Desalination. – 1979. – Vol. 28. – № 1. – P. 41–42.
4. Математическое моделирование переноса ионов и диссоциации воды у границы ионнообменная мембрана/ раствор в интенсивных токовых режимах / М.Х. Уртеннов [и др.] // Мембраны и мембранные технологии. – 2018. – Т. 8. – № 1. – С. 24–33.

Literature:

1. Theoretical Analysis of the Stationary Transport of 1: 1 Salt Ions in a Cross-Section of a Desalination Channel, Taking into Account the Non-Catalytic Dissociation / M.A.Kh. Urtenov [et al.] // Recombination Reaction of Water Molecules membranes. – Vol. 10. – № 11. – С. 342.
2. Influence of temperature effects associated with the dissociation / recombination reaction of water molecules and joule heating of the solution on the stationary transfer of salt ions in the diffusion layer / A.V. Kovalenko [et al.] // Ecological Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. Kuban State University, 2018. – № 4. – P. 67–84.
3. Simons R. The origin and elimination of water splitting in ion exchange membranes during water demineralization by electrodialysis // Desalination. – 1979. – Vol. 28. – № 1. – P. 41–42.
4. Mathematical modeling of ion transfer and water dissociation at the ion-exchange membrane / solution interface in intensive current regimes / M.H. Urtenov [et al.] // Membranes and membrane technologies. – 2018. – Vol. 58. – № 2. – P. 121–129.

**ПОДХОД К КОРРЕКТИРОВКЕ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ
ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ПО СПЕКТРУ ТОКА ДВИГАТЕЛЯ**

**APPROACH TO ADJUSTING THE VALUES
OF DIAGNOSTIC PARAMETERS WHEN MONITORING THE STATE
OF ELECTRIC DRIVE EQUIPMENT
ON THE MOTOR CURRENT SPECTRUM**

Шичёв Павел Сергеевич

кандидат технологических наук,
доцент кафедры «Электроэнергетика и метрология»,
Ухтинский государственный технический университет
shichev@bk.ru

Быков Игорь Юрьевич

доктор технологических наук, профессор,
профессор кафедры «Машины и оборудование нефтяной и газовой промышленности»,
Ухтинский государственный технический университет

Близнюков Владимир Юрьевич

доктор технологических наук, профессор,
главный редактор
журнала «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море»

Аннотация. В работе представлено описание общего порядка реализации методики спектр-токового контроля технического состояния узлов динамического оборудования с электроприводом и условий корректировки пороговых значений диагностических параметров при использовании методики на работающем оборудовании. По каждому этапу мониторинга даны общие указания и рекомендации к организации и выполнению. По части уточнения параметров сформирована структура алгоритма, предусматривающего совмещенный анализ параметров спектра тока и общего уровня вибрации агрегата.

Ключевые слова: анализ спектра тока, контроль технического состояния, диагностические параметры, пороговые значения

Shichev Pavel Sergeevich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Power Engineering and Metrology,
Ukhta State Technical University
shichev@bk.ru

Bykov Igor' Yur'yevich

Doctor of technical sciences, professor,
Professor of the Department of Machinery and Equipment of the Oil and Gas Industry,
Ukhta State Technical University

Bliznyukov Vladimir Yur'yevich

Doctor of technical sciences, professor,
Chief editor of the journal «Construction of Oil and Gas Wells on Land and Sea»

Annotation. The paper presents a description of the general procedure for the implementation of the methodology for spectrum-current monitoring of the technical condition of units of dynamic equipment with an electric drive and the conditions for adjusting the threshold values of diagnostic parameters when using the technique on the operating equipment. For each stage of monitoring, general instructions and recommendations for organization and implementation are given. In terms of specifying the parameters, the structure of the algorithm has been formed, which provides for a combined analysis of the parameters of the current spectrum and the general level of vibration of the unit.

Key words: analysis of the current spectrum, monitoring of technical condition, diagnostic parameters, threshold values

Вопрос поддержания работоспособности динамического оборудования посредством проведения оперативной и плановой оценки технического состояния его функциональных узлов является одним из важнейших при разработке системы технического обслуживания и ремонта на объектах нефтегазовых производств.

В качестве одного из методов диагностики, позволяющих обеспечить постоянный и периодический мониторинг текущих и прогнозирование перспективных состояний отдельных элементов конструкции электроприводных машин, активно разрабатывается контроль по параметрам амплитудных спектров токов и напряжений линии питания электродвигателя. Такой метод позволяет устанавливать датчики в удалении от объекта контроля и получать диагностические данные с возможностью исключения взаимных реакций, близко установленных, агрегатов [1]. При этом до настоящего момента метод не получил широкого распространения в практике, хоть по нему и имеется большой объем исследований, в том числе, определяющих граничные значения диагностических параметров, возможности их уточнения, состав действий для реализации и решения по аппаратурному обеспечению [1, 2]. Для эффективного применения спектр-токового метода необходимо, в частности, решить задачу обеспечения информативности граничных значений диагностических параметров к изменениям состояний действующих агрегатов с различными рабочими параметрами и остаточным ресурсом.

Анализ ГОСТ Р ИСО 17359–2015 и методических разработок в том числе [2, 3], по спектр-токовому контролю позволил определить общий порядок его подготовки и проведения, структура которого подробно описана в работе [1]. Основываясь на установленном порядке сформулированы совокупность операций и требования по их выполнению, представленные структурой на рисунке 1.

Изначально решается вопрос о типе системы контроля, которая может быть реализована как стационарная для постоянного мониторинга в реальном времени с возможностью интегрирования с информационной системой предприятия, применимая на наиболее ответственных машинах, также как полустационарная, поддерживающая постоянный и периодический контроль с подключением датчиков, регистраторов и части оборудования на постоянной основе, и портативная (мобильная) для периодической оперативной диагностики машин низких категорий значимости, либо дополнительного контроля на ответственных агрегатах.

Точки контроля параметров тока и напряжения устанавливаются на линии питания электродвигателя на участках от выводов обмотки статора до ближайшей точки общего присоединения в силовом щите, либо ячейке распределительного устройства. Полноразмерная система предполагает по три датчика тока и напряжения, включаемые в каждую фазу линии питания двигателя. Датчики выбираются исходя из рабочих значений величин тока и напряжения, наружного диаметра жилы кабеля (для датчиков тока), требуемого частотного диапазона выходных сигналов для дальнейшей обработки необходимых частот в спектрах сигналов. Измерение токов может выполняться бесконтактными измерительными преобразователями различной конструкции. Измерение напряжения может осуществляться датчиками напряжения трансформаторного типа и на эффекте Холла с пропорциональным выходом, а также при помощи подключения

делителей напряжения. Оптимальная периодичность контролей определяется типом системы, значимостью объекта контроля и его текущим техническим состоянием [1].



Рисунок 1 – Порядок реализации методики контроля по спектрам тока и напряжения

В случае отсутствия опыта измерений на контролируемом агрегате принимаются начальные пороговые значения диагностических параметров в спектре тока по рекомендациям существующих нормативов, методик и исследований, например по ГОСТ ISO 20958–2015, либо [2]. При наличии диагностических данных по контролируемому агрегату, либо с подобных машин, можно принимать пороговые значения с учетом текущих значений вибрации, рабочих параметров, наработки, времени с момента последнего ремонта.

Перед проведением измерений производится подключение элементов измерительной системы, проверка ее работоспособности, запуск и отладка программного обеспечения. Стационарные системы могут обеспечивать непрерывные запись и представление результатов с выдачей заключений по текущему состоянию и рекомендаций по действиям в отношении агрегата. Для полустационарных и портативных систем в процессе измерений необходимо выполнить несколько фиксирований значений диагностических параметров в целях минимизации ошибок наблюдений. Дальнейшая обработка данных заключается в выделении частотных составляющих с превышающими амплитудами, что требует повышенного внимания, сокращения интервалов контролей, вплоть до вывода агрегата из работы. Спектры напряжений используются при необходимости для выявления ложных отклонений амплитуд составляющих спектра тока от гармоник сети питания.

По результатам оценки формируется отчет с общими данными об объекте контроля, условиях проведения, характеристикой технического состояния агрегата, обозначением, при наличии, разновидности и степени опасности дефекта, рекомендациями по дальнейшей эксплуатации машины. Содержание отчета может определяться на основании ГОСТ Р ИСО 17359–2015.

Крайне важным этапом методики является корректировка порогов параметров по результатам оценки с учетом показателей вибрационной диагностики, проводимой совместно с токовым контролем, и информации, полученной при ремонтах и обслуживании.

На рисунке 2 представлена структура алгоритма корректировки пороговых значений диагностических параметров. Алгоритм предусматривает уточнение порогов диагностических параметров состояний соединений валов и подшипников качения агрегатов.

При достижении одним из диагностических параметров в спектре тока значения, характеризующего вид состояния «Недопустимо», агрегат останавливается и выполняется проверка состояний узлов в рамках процедур технического обслуживания и ремонта (ТОР).

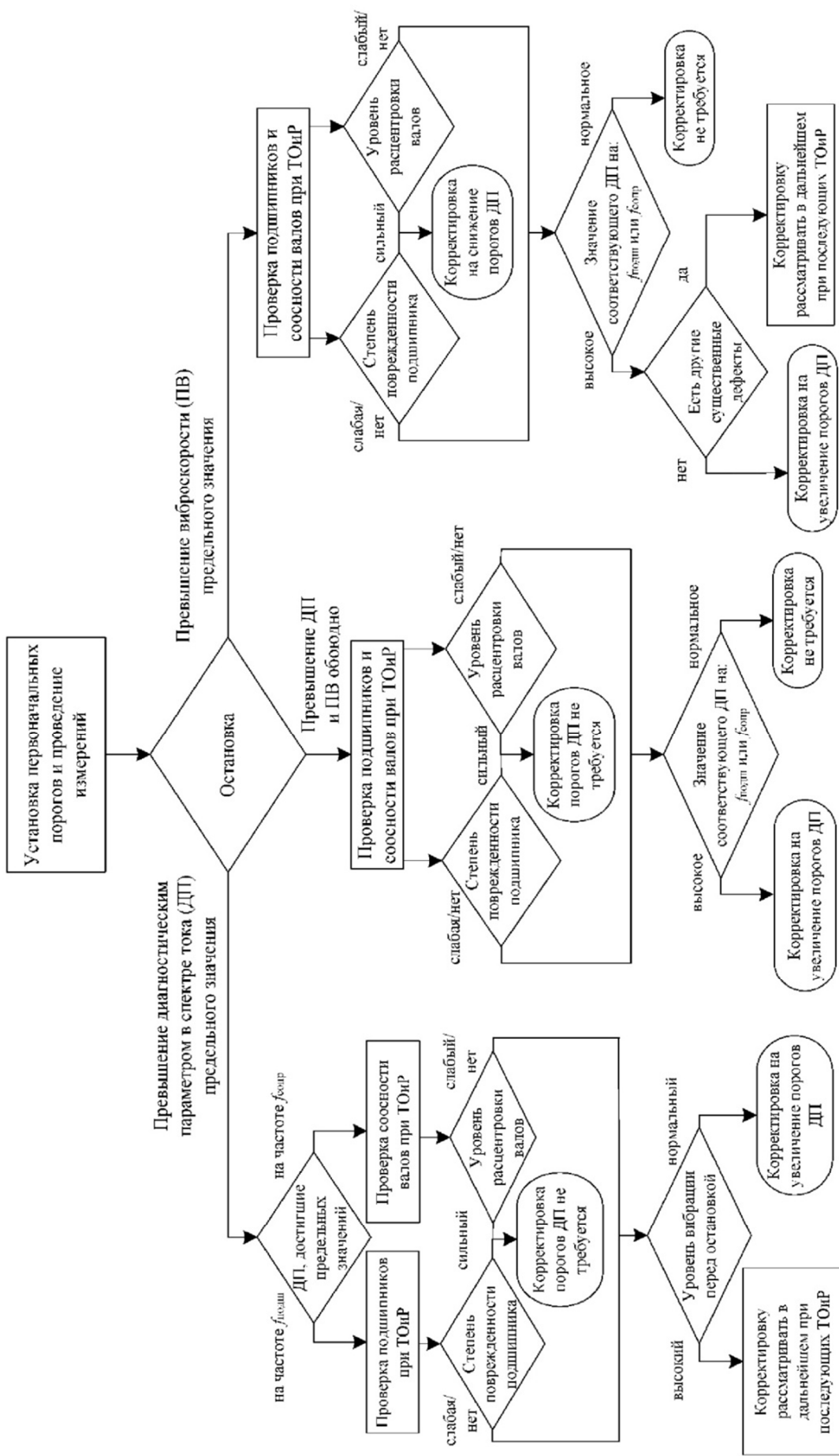


Рисунок 2 – Алгоритм корректировки пороговых значений диагностических параметров

В случае обнаружения сильных повреждений корректировка порогов не требуется. Если повреждения не существенны/не обнаружены, то с учетом последнего измеренного значения виброскорости корректируются пороги на увеличение при нормальной вибрации, поскольку агрегат остановили ошибочно, но не более чем на 25 %, либо без корректировки при повышенной вибрации, ввиду возможных не выявленных дефектов.

Если остановка агрегата выполнена по значению виброскорости, то в процессе дальнейших мероприятий по ТОР при выявлении сильной степени повреждения узлов пороги диагностического параметра снижаются, поскольку определенные существенные ухудшения не были своевременно отслежены по спектру тока. Снижение порогов рекомендуется выполнять не более чем на 25 %. В случае слабых повреждений узлов, либо их отсутствии, в зависимости от последнего зафиксированного значения диагностического параметра на определенной частоте принимается решение о необходимости корректировки при повышенных значениях параметров на увеличение, поскольку их близость к предельных значениям не оправдана, при этом рекомендуется увеличивать не более чем на 25 %, либо без корректировки при нормальных значениях.

В случае остановки агрегата по причине совместного достижения хотя бы одним из диагностических параметров в спектре тока и виброскоростью агрегата значений, характеризующих недопустимый вид состояния, и выявлении сильной степени повреждения узлов пороги соответствующего диагностического параметра не корректируются. Если обнаружено слабое ухудшение состояния узлов, либо его отсутствие решение принимается с учетом последнего зафиксированного значения диагностического параметра принимается решение о необходимости корректировки при повышенных значениях параметров на увеличение, поскольку их близость к предельных значениям не оправдана, при этом рекомендуется увеличивать не более чем на 25 %, либо без корректировки при нормальных значениях.

Представленный алгоритм имеет весьма обобщенные формулировки по уточнению параметров спектра и требует адаптации в реальных условиях при контроле состояний агрегатов различных конструктивных исполнений, с отличающимися рабочими характеристиками и повреждениями узлов. При этом алгоритм может лечь в основу методик спектр-токового мониторинга на начальных этапах контролей.

Литература:

1. Анализ методов технической диагностики механических дефектов центробежных насосных агрегатов / И.Ю. Быков [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2019. – № 1. – С. 45–50.
2. Методика диагностирования механизмов с электроприводом по потребляемому току / А.В. Барков [и др.]. – СПб. : НОУ «Севзапучцентр», 2012. – 68 с.
3. Пат. 2300116 Рос. Федерация: МПК G01R 31/34. Способ диагностики электродвигателей переменного тока и связанных с ними механических устройств.

Literature:

1. Analysis of methods of technical diagnostics of mechanical defects of centrifugal pump units / I.Yu. Bykov [et al.] // Engineer-Neftyanik. – 2019. – № 1. – P. 45–50.
2. Technique of diagnosing mechanisms with electric drive by consumed current / A.V. Barkov [and others]. – SPb. : NOU «Sevzapuchtsentr», 2012. – 68 p.
3. Pat. 2300116 Russian Federation. Federation: IPC G01R 31/34. Method of diagnostics of alternating current electric motors and related mechanical devices.

**АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГИДРАТООБРАЗОВАНИЙ
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН НАГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

**ANALYSIS OF THE CAUSES OF HYDRATE FORMATIONS
IN THE OPERATION OF WELLS AT GAS FIELDS**

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Нелин Антон Константинович

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
AKNelin@mail.ru

Медведева Евгения Владимировна

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ewgmedwedewa@ya.ru

Шутов Дмитрий Васильевич

инженер по планированию ремонта и обслуживанию оборудования,
Интегрированный комплекс по добыче природного газа и конденсата,
подготовке сжиженного газа, отгрузке СПГ и газового конденсата
Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения,
ПАО «НОВАТЭК» ООО «ЯМАЛ СПГ»
dm-shutov72@inbox.ru

Аннотация. Информация о причинах возникновения гидратообразований при эксплуатации скважин является актуальной и полезной, поскольку каждый газопромысел сталкивается с проблемами, связанными с осложнениями, возникающими в процессе добычи. Именно из-за осложнений, возникающих при добыче нефти, снижается межремонтный период и межочистной период работы насосного оборудования, дебит добывающих скважин, пропускная способность газопроводных коммуникаций, происходят преждевременные поломки различного оборудования, возникает необходимость во внеплановых ремонтах, что впоследствии приводит к снижению уровня добычи и дополнительным затратам. Именно поэтому следует оказывать пристальное внимание причинам возникновения гидратообразований.

Ключевые слова: гидратообразования; причины возникновения образований; конденсат; изменение температур и давления.

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and gas field equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Nelin Anton Konstantinovich

Student training direction 15.03.02 «Technological machine and equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
AKNelin@mail.ru

Medvedeva Evgeniya Vladimirovna

Student training direction 15.03.02 «Technological machine and equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ewgmedwedewa@ya.ru

Shutov Dmitry Vasilievich

Planning engineer maintenance department
Integrated facility for production, processing, liquefaction,
LNG and Gas Condensate Loading from the South Tambreyskoye Gas and Condensate Field
«NOVATEK» PJSC «Yamal LNG» LLC
dm-shutov72@inbox.ru

Annotation. Information on the causes of hydrate formation during the operation of wells is relevant and useful, since each gas field faces problems associated with complications arising in the production process. It is because of the complications arising during oil production that the turnaround and the intertreatment period of the pumping equipment are reduced, the production rate of production wells, the throughput of gas pipelines, there are premature breakdowns of various equipment, there is a need for unscheduled repairs, which subsequently leads to a decrease in the level of production and additional costs. That is why the embryos of the emergence of hydrate formations.

Keywords: hydrate formation; the causes of the formation; condensate; changes in temperature and pressure.

Общие сведения о гидратообразовании

Газовые гидраты (или клатраты) – это кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях. Термобарические условия подразумевают под собой поведенческие факторы температуры и давления.

Название «клатраты» было введено в середине XX века профессором Пауэллом, который занимался их изучением. В переводе с латинского данный термин означает «закрытый решеткой». Такая формулировка наиболее точно описывает то состояние, когда гидрат образуется в цилиндрическом сосуде.

Газовые гидраты относятся к нестехиометрическим соединениям, что означает их непостоянство состава. Первые наблюдения газовых гидратов были замечены учеными Пелетье, Карстеном и Пристли в конце XVIII века.

Причины гидратообразования

На месторождениях в пластовых условиях газ находится вместе с насыщенными парами воды. Во время добычи происходит постепенное снижение давления, что в свою очередь ведет и к снижению температуры газа. При определенных условиях молекулы природного газа вступают в реакцию с водой, что приводит к образованию твердых кристаллических частиц.

Уменьшение температуры ΔT связано с уменьшением давления Δp уравнением:

$$\Delta T = \varepsilon_r * \Delta p,$$

ε_r – среднеинтегральный коэффициент Джоуля – Томсона или дроссельный коэффициент (дросселирование – понижение давления при прохождении газа или жидкости через дроссель – местное гидравлическое сопротивление).

Пары воды конденсируются и скапливаются в скважине и газопроводах. При определенных условиях каждая молекула компонентов углеводородного газа (метан, этан, пропан, бутан) способна связать 6–17 молекул воды, например, $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_3\text{H}_8 \cdot 17\text{H}_2\text{O}$. Таким образом, образуются твердые кристаллические вещества, называемые кристаллогидратами.

Гидраты представляют собой физико-химическое соединение воды с углеводородными газами.

По внешнему виду гидраты похожи на рыхлый снег с желтоватым оттенком, или лед. Это неустойчивые соединения и при нагревании или понижении давления быстро разлагаются на газ и воду. Безгидратный режим работы возможен при условии:

$$P \leq P_p \text{ и } T \geq T_p.$$

P_p и T_p – равновесные давление и температура гидратообразования, которые определяют экспериментально.

Таблица 1 – Температура гидратообразования

Газ	CH_4	C_2H_6	i- C_3H_8	n- C_4H_{10}
$T_{кр}$ °C	21,5	14,5	5,5	1,5

Причем, чем выше давление, тем выше T_p . В условиях высокого давления гидраты не могут существовать при температуре выше критической:

Влияние неуглеводородных компонентов и свойств природного газа на гидратообразование.

Увеличение процентного содержания сероводорода углекислого газа приводит к повышению равновесной температуры гидратообразования и понижению равновесного давления.

Например, при давлении 50 атм. для чистого метана температура образования гидратов составляет 60 °C, а при 25–ом содержании H_2S она достигает 10 °C.

Природные газы, содержащие азот, имеют более низкую температуру образования гидратов, т.е. в этом случае гидраты становятся менее устойчивыми. Например, если в природном газе с относительной плотностью 0,6 отсутствует азот, гидраты его при температуре 10 °C остаются устойчивыми до давления 34 атм., если же в газе содержится 18 % азота, равновесное давление гидратообразования снижается до 30 атм.

Для образования гидратов в жидких углеводородных газах требуются более высокое давление и более низкие температуры. В отличие от природных газов выделение гидратов в жидких углеводородных газах сопровождается увеличением давления системы (в замкнутом объеме).

Кроме того, как и в природных газах, в этом случае выделяется теплота, в результате чего повышается температура системы. Поскольку объем остается постоянным, с увеличением температуры в системе растет и давление.

Разложение гидратов жидких углеводородных газов сопровождается уменьшением объема и, следовательно, понижением давления. Образование гидратов в жидких углеводородах идет несравнимо труднее, чем в газообразных. Чтобы начался этот процесс, требуется выдержать систему при соответствующих условиях в течение некоторого времени и в основном в условиях равновесия. Однако при отрицательных температурах после появления мелких кристалликов льда гидраты начинают образовываться быстро. Гидраты жидких углеводородных газов легче воды

При движении нефтяного и природного газа по газосборным сетям температура и давление его всегда падают с выделением углеводородного и водного конденсатов.

Углеводородный и водный конденсат в пониженных местах газопровода образует жидкостные пробки, сильно снижающие пропускную способность газопроводов. Кроме того, при определенных термодинамических условиях газы в контакте с водным конденсатом могут образовывать гидраты, которые, отлагаясь на стенках труб, уменьшают сечение газопровода.

Литература:

1. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Булатов [и др.]. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.
2. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.
3. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.
4. Кусов Г.В., Савенок О.В. Методы борьбы с АСПО на месторождениях ООО «РН – Краснодарнефтегаз» на примере Успенского и Горячеключевского участков // Строительство и ремонт скважин – 2010: Сборник докладов Международной научно-практической конференции (27 сентября – 02 октября 2010 года, Геленджик, Краснодарский край) / ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо». – Краснодар : ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2010. – С. 147–150.
5. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.
6. Шиян С.И., Омельченко Н.Н. Варианты реинжиниринга при реконструкции производственных объектов системы сбора, транспортировки и подготовки нефти, газа и воды Ивановского месторождения // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 34–42.
7. Техника и технология восстановления продуктивности скважины № 1273 Уренгойского месторождения путём зарезки бокового ствола / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 248–266.
8. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.
9. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.
10. Шиян С.И., Мунтян В.С. Перспективы разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения с применением энерго- и ресурсосберегающих технологий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 289–299.

Literature:

1. Ekologiya pri stroitel'stve neftyanykh i gazovykh skvazhin: uchebnoye posobiye dlya Studentov vuzov / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : Prosveshcheniye – Yug, 2011. – 603 p.
2. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoyeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar : Izdatel'skiy Dom – Yug, 2016. – 576 p.
3. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.]. – Novocherkassk : Lik Publishing House, 2018. – 292 p.
4. Kusov GV, Savenok OV Methods of control of ASPO at the fields of LLC «RN – Krasnodarneftegaz» on the example of Uspensky and Gorya-Cheklyuchevsky sites // Construction and repair of wells – 2010: Collection of reports of the International scientific-practical conference (September 27 – October 2, 2010, Gelendzhik, Krasnodar Territory) / LLC Research and Production Company «Nitpo». – Krasnodar : LLC «Research and Production Company» Nitp», 2010. – P. 147–150.
5. Gutsu A.S., Shiyan S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of the Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.

6. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Variants of reengineering in the re-construction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // Oil Engineer. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
7. Technique and technology of restoration of productivity of a well № 1273 of the Urengoysky field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
8. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.
9. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of regulation of the reservoir pressure maintenance system at the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
10. Shiyani S.I., Muntyan V.S. Prospects for the development of the Severo-Tarasovsky oil field with the use of energy- and resource-saving technologies // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 289–299.

**МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ГИДРАТООБРАЗОВАНИЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
СКВАЖИН НА ГАЗОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**METHODS OF COMBATING HYDRATE FORMATION DURING
OPERATION OF WELLS IN A GAS FIELD**

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Шаблий Илья Игоревич

ведущий специалист
ООО «РН – Морской терминал Туапсе»
ilyashabliy0209@gmail.com

Нелин Антон Константинович

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
AKNelin@mail.ru

Медведева Евгения Владимировна

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ewgmedwedewa@ya.ru

Аннотация. Способы борьбы с возможным возникновением гидратообразований и уже возникшими отложениями при эксплуатации скважин являются актуальными и полезными, поскольку каждый газопромысел сталкивается с проблемами, связанными с осложнениями, возникающими в процессе добычи. Именно из-за осложнений, возникающих при добыче нефти, снижается межремонтный период и межочистной период работы насосного оборудования, дебит добывающих скважин, пропускная способность газопроводных коммуникаций, происходят преждевременные поломки различного оборудования, возникает необходимость во внеплановых ремонтах, что впоследствии приводит к снижению уровня добычи и дополнительным затратам. Именно поэтому следует оказывать пристальное внимание способам борьбы с возникновением гидратообразований, проводить исследования и выявлять новые методы борьбы и предотвращения осложнений, а также повышать эффективность уже имеющихся методов, так как с экономической точки зрения активно бороться и стараться предотвращать отрицательные воздействия осложнений выгодно.

Ключевые слова: гидратообразования; методы борьбы с гидратообразованиями; ствол газовой скважины; трубное и затрубное пространство скважины; газосборные шельфы.

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and gas field equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Shablii Ilya Igorevich

Leading specialistshipper
«Rosneft – Morskoij terminal Tuapse» LLC
ilyashabliy0209@gmail.com

Nelin Anton Konstantinovich

Student training direction 15.03.02 «Technological machine and equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
AKNelin@mail.ru

Medvedeva Evgeniya Vladimirovna

Student training direction 15.03.02 «Technological machine and equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ewgmedwedewa@ya.ru

Annotation. Methods to combat the occurrence of hydrate formation and already formed deposits in the wells is relevant and useful, since the gas field faces problems associated with complications arising in the process of production. It is because of complications that premature breakdowns of various equipment occur. Reducing the level of additional and additional costs. That is why it is necessary to pay close attention to the methods of combating the occurrence of hydrate formation, conduct research and identify new methods of combating and preventing complications, as well as increase the effectiveness of existing methods, since from an economic point of view, actively fight and try to prevent negative effects complications are beneficial.

Keywords: hydrate formation; methods of combating hydrate formation; gas wellbore; well tubular and annular space; gas-collecting shelves.

Б **орьба с гидратами в стволе газовой скважины**

Борьба с гидратами в стволе газовой скважины ведется в двух направлениях:

- Предотвращение гидратообразования.
- Ликвидация образовавшейся пробки.

Для предотвращения гидратообразования используется автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП). С помощью нее в реальном времени специалист по добыче газа может отследить параметры, по которым можно сделать заключение о начале образования гидратной пробки.

Для экономии использования ингибитора на месторождении предусмотрена установка СПИ–02 (система подачи ингибитора).

Система подачи ингибитора «СПИ–01» и «СПИ–02» является автономным технологическим оборудованием. Обеспечение подачи заданного расхода ингибитора производится посредством изменения площади проходного сечения клапана регулятора путем подачи рабочей среды под затвор клапана. Прибор выполняет функции:

Обеспечивает подачу ингибитора в трубопровод для предотвращения образования либо для разрушения образовавшихся гидратов

Обеспечивает подачу ингибитора в широком диапазоне расходов и давлений

Обеспечивает измерения величин расходов подаваемого ингибитора, что дает возможность внедрения комплексных алгоритмов управления процессом подачи

Является малопотребляющим и устойчивым к работе в условиях низких температур.

Борьба с гидратообразованием в трубном и затрубном пространстве газовой скважины

Газ к пункту подготовки идет от забоя. Образование гидрата на этом участке является одним из самых сложных. Связано это с тем, что нет технологической возможности получить приток газа переводом на байпасную линию.

Признаки образования гидрата в стволе скважины:

- Падение температуры на устье.
- Падение давления в трубном пространстве.
- Увеличение депрессии на устье.

Постепенное снижение трубного давления, и падение температуры газа на устье, свидетельствует о начале «налипания» гидратных соединений на стенки трубы. Из-за уменьшения внутреннего диаметра цилиндрического сечения происходит и снижение пропускной способности трубы, что приводит к штуцерованию газа. Именно из-за штуцерования наблюдается постепенное понижение температуры и давления газа.

Когда предупредительные методы борьбы не помогают, переходят непосредственно к ликвидации образовавшихся пробок. Эти действия нужно проводить незамедлительно, чтобы сечение трубы не стало полностью закупорено гидратообразованием.

Отсутствие пропускной способности в стволе скважины может привести к грубому нарушению геологического регламента месторождения. Это особенно опасно для тех месторождений, где в разработке находится не более 7–8 скважин.

Именно поэтому, при первых признаках образования гидратной пробки следует начинать их ликвидацию.

Способы ликвидации

Перевод скважины с трубного пространства на затрубное

Если скважину остановить нельзя по геологическому регламенту. Рабочая скважина, в которой наблюдается резкое снижение температуры, и увеличение депрессии переводится на добычу с трубного пространства на затрубное. Газ с недр земли идет теплым, и проходя через затрубное пространство, согревает стенки трубного пространства. При нагревании гидратная пробка начинает разрушаться и постепенно трубное и затрубное давление начинают выравниваться. Стоит отметить, что данный метод ликвидации характерен только для тех скважин, где нет нарушений в стволе, иначе может наблюдаться сильный вынос песка и воды, что негативно влияет на технологические линии месторождения.

Переход на затрубное пространство производит оператор по добыче. Для этого необходимо перекрыть задвижки на трубном пространстве, при этом открыть затрубное пространство. Также следует увеличить подачу метанола в данную скважину.

Перевод скважины в статический режим

Если скважину можно остановить, не нарушая геологический регламент. Как известно, для образования гидратной пробки необходим поток газа, перепад давления и определенные термические условия. Полная остановка скважины останавливает поток газа, и при статическом режиме скважины гидрат начинает разрушаться. Это может занять достаточное время, а зимой так и вообще занять несколько месяцев.

Отработка скважины на АГТ

Если стенки скважины слабо цементированы или на устье наблюдаются низкие температуры, то вышеописанные способы не подойдут для ликвидации отложений.

В этом случае скважина переводится на отжиг с шлейфов на газовую горелку (АГТ), в которую устанавливается определенный штуцер определенного диаметра.

Установкой ППУ и путем закачки пара в пласт

Иногда гидратная пробка настолько забивает диаметр трубы, что бороться при помощи перепадов давления уже не имеет смысла, тогда прибегают к разрушению гидрата с помощью тепловой обработки. Встречается это не только в пласте, но и на других участках, проблему решают тем же образом.

Борьба с гидратообразованием в газосборных шлейфах

Сырой газ от куста эксплуатационных скважин по четырем индивидуальным шлейфам под давлением до 7,48 МПа и температурой 7–12 °С направляется на территорию установки комплексной подготовки газа, а именно до блока бокса входных гребенок.

Обнаружение гидратообразования на участке шлейфов определяется оператором по добыче нефти и газа путем анализа давления, и температуры на устье скважины и на входных гребенках.

Если меры предотвращения не помогли, то начинают ликвидацию негативных отложений. Сделать это можно следующими способами:

- путем резкого перепада давления;
- путем перехода с одного шлейфа на другой;
- полная остановка потока газа по шлейфу.

Литература:

1. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Булатов [и др.]. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.

2. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2016. – 576 с.

3. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.

4. Кусов Г.В., Савенок О.В. Методы борьбы с АСПО на месторождениях ООО «РН – Краснодарнефтегаз» на примере Успенского и Горячеключевского участков // Строительство и ремонт скважин – 2010: Сборник докладов Международной научно-практической конференции (27 сентября – 02 октября 2010 года, Геленджик, Краснодарский край) / ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо». – Краснодар : ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2010. – С. 147–150.

5. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.

6. Шиян С.И., Омельченко Н.Н. Варианты реинжиниринга при ре-конструкции производственных объектов системы сбора, транспортировки и подготовки нефти, газа и воды Ивановского месторождения // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 34–42.

7. Техника и технология восстановления продуктивности скважины № 1273 Уренгойского месторождения путём зарезки бокового ствола / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 248–266.

8. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.

9. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.

10. Шиян С.И., Мунтян В.С. Перспективы разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения с применением энерго- и ресурсо-сберегающих технологий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 289–299.

11. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.

Literature:

1. Ekologiya pri stroitel'stve neftyanykh i gazovykh skvazhin: uchebnoye posobiye dlya Studentov vuzov / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : Prosveshcheniye – Yug, 2011. – 603 p.

2. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoyeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar : Izdatel'skiy Dom – Yug, 2016. – 576 p.

3. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.]. – Novocherkassk : Lik Publishing House, 2018. – 292 p.
4. Kusov GV, Savenok OV Methods of control of ASPO at the fields of LLC «RN – Krasnodarneftegaz» on the example of Uspensky and Gorya-Cheklyuchevsky sites // Construction and repair of wells – 2010: Collection of reports of the International scientific-practical conference (September 27 – October 2, 2010, Gelendzhik, Krasnodar Territory) / LLC Research and Production Company «Nitpo». – Krasnodar : LLC «Research and Production Company» Nitp», 2010. – P. 147–150.
5. Gutsu A.S., Shiyani S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of the Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
6. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Variants of reengineering in the re-construction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // Oil Engineer. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
7. Technique and technology of restoration of productivity of a well № 1273 of the Urengoy sky field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
8. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.
9. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of regulation of the reservoir pressure maintenance system at the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
10. Shiyani S.I., Muntyan V.S. Prospects for the development of the Severo-Tarasovsky oil field with the use of energy- and resource-saving technologies // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 289–299.
11. Sukhin A.A., Shiyani S.I. Analysis of methods for combating hydrates at the Astrakhan gas condensate field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН
НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ
РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF DRILLING WELLS BASED
ON AUTOMATIC CONTROL OF THE PROCESS OF ROCK DESTRUCTION**

Шмелев Валерий Александрович

кандидат технологических наук,
инженер кафедры «Автоматизация производственных процессов»,
Волгоградский государственный технический университет
app@vstu.ru

Сердобинцев Юрий Павлович

доктор технологических наук, профессор, академик РАЕН,
профессор кафедры «Автоматизация производственных процессов»,
Волгоградский государственный технический университет
app@vstu.ru

Макаров Алексей Михайлович

кандидат технологических наук,
заведующий кафедрой «Автоматизация производственных процессов»,
Волгоградский государственный технический университет
app@vstu.ru

Аннотация. Анализ процесса разрушения горных пород с использованием метода размерностей позволяет установить определенные закономерности в виде комплексных переменных, характеризующих режим работы породоразрушающего инструмента и затрат энергии на разрушение. Автоматическое управление процессом, основанное на оптимизации комплексных показателей, позволяет повысить эффективность работы PDC долот в процессе разрушения горных пород при бурении скважин.

Ключевые слова: система автоматического управления, безразмерные комплексы, долота PDC, разрушение горной породы, динамические нагрузки, режим бурения, энергоэффективность.

Shmelev Valery Aleksandrovich

PhD in Technical Sciences,
Engineer of Production Process Automation Chair,
Volgograd State Technical University
app@vstu.ru

Serdobintsev Yury Pavlovich

Doctor of Science in Technology, Professor, academician of RANS,
Professor of Production Process Automation Chair,
Volgograd State Technical University
app@vstu.ru

Makarov Alexey Mikhailovich

PhD in Technical Sciences, Head of Production Process Automation Chair,
Volgograd State Technical University
app@vstu.ru

Annotation. Analysis of the process of destruction of rocks using the method of dimensions allows us to establish certain patterns in the form of complex variables that characterize the mode of operation of the rock-cutting tool and the energy consumption for destruction. Automatic control of the process, based on the optimization of complex indicators, makes it possible to increase the efficiency of PDC bits in the process of destruction of rocks while drilling wells.

Keywords: automatic control system, dimensionless complexes, PDC bits, rock destruction, dynamic loads, drilling mode, energy efficiency.

Наращивание потенциальных промышленных запасов и добычи углеводородного сырья в условиях общего ухудшения их структуры [1–6] требует применения и развитие новых технологий увеличения нефтеотдачи разрабатываемых пластов, и прежде всего увеличение объема буровых работ геологоразведочных скважин.

Анализ финансовых затрат показывает, что до 40–50 % денежных средств от общей стоимости строительства скважин расходуется на этапе бурения скважины. Сокращение затрат на данном этапе является приоритетной задачей повышения эффективности бурения.

Использование аппарата моделирования в комплексе со статистическими методами позволяет получить достоверную информацию о закономерностях процесса бурения и предусматривает решение следующих вопросов:

- 1) установление влияния условий бурения скважин на показатель эффективности бурения скважин;
- 2) прогнозирование поведения процесса в определенных условиях;
- 3) разработку управляющих воздействий с целью повышения эффективности бурения скважин.

Решение задачи повышения эффективности процесса бурения, представленного в виде обобщенной структурной схемы, рисунок 1, заключается в нахождении таких значений управляющих воздействий W_k , при которых выходные параметры процесса Y_n принимают экстремальное значение по отношению к выбранному критерию эффективности. [7].

$$Y_n = f(X_1, X_2, \dots, X_i, W_1, W_2, \dots, W_k, U_1, U_2, \dots, U_m) \rightarrow \text{MIN(MAX)} \quad , \quad (1)$$

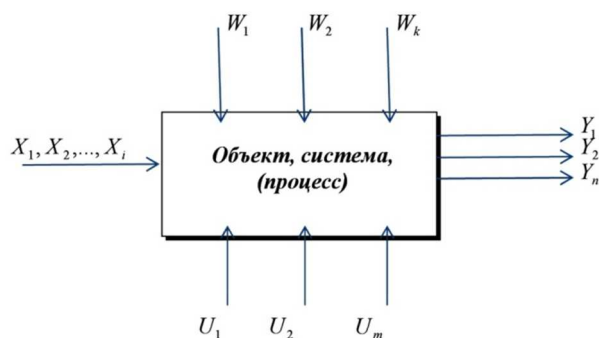


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема технологического процесса

где X_1, X_2, \dots, X_i – входные параметры системы; W_1, W_2, \dots, W_k – управляющие параметры, на которые оказывается воздействие в соответствии с тем или иным требованием к процессу; U_1, U_2, \dots, U_m – параметры, значения которых изменяются случайным образом; Y_1, Y_2, \dots, Y_n – выходные параметры системы – частные критерии эффективности; M_i – множество переменных состояний объекта (системы).

Сложный многофакторный характер процесса бурения значительно усложняет исследование системы, описываемой переменными $X_i; W_k; U_m; Y_n; W_i$.

Учитывая тот факт, что влияние отдельных факторов (геологические условия, режимные параметры бурения, конструктивные особенности инструмента и др.) на показатели бурения проявляется не отдельно, а совместно, и зависят от заданных значений других параметров [8, 9], рассмотрим решение задачи повышения эффективности бурения в виде нахождения взаимосвязи между отдельными группами величин, для чего воспользуемся положениями теории подобия.

Согласно второй теореме Федермана-Букингема (Пи-теорема) критерии подобия можно найти при отсутствии дифференциального уравнения процесса на основе анализа размерностей физических величин, участвующих в этом процессе [10].

Запишем выражение выходного параметра процесса (механической скорости бурения) через управляемые параметры бурения, между которыми, как мы полагаем имеется взаимосвязь.

$$V_{\text{мех}} = F(G_0, v_{\text{ПИ}}, Q, \sigma), \quad (2)$$

где G_0 – осевая нагрузка на долото, Н; $v_{\text{ПИ}}$ – линейная скорость перемещения реза породоразрушающего инструмента, м/с; Q – расход бурового раствора, л/час; σ – предел прочности горной породы, кг/см².

Заменяем в формуле (2) символы на размерности величин, получаем следующее выражение:

$$L \cdot T^{-1} = f((LT^{-2}M)^{\alpha}, (LT^{-1})^{\beta}, (L^3T^{-1})^{\gamma}, (T^{-2}ML^{-1})^{\delta}), \quad (3)$$

где размерность физических величин представлена в виде формулы размерности по системе СИ [11]. Например, размерность механической скорости бурения, м/с можно выразить выражением $\dim V_{\text{мех}} = \frac{s}{t} = L \cdot \frac{1}{T} = L \cdot T^{-1}$ и т.д.).

После степенных преобразований (применение алгебраического метода Рэлея подробно рассмотрено в [12]) получаем следующее выражение:

$$V_{\text{мех}} = f\left(\frac{v_{\text{ПИ}}^{\beta}}{G_0} \cdot \frac{Q}{Q^{\beta}} \cdot \frac{G_0^{\beta}}{\sigma^{\beta}} \cdot \sigma\right), \quad (4)$$

где α, γ, δ – степенные индексы, определяемые опытным путем.

Выражение (4) представляет собой взаимосвязь регулирующих (управляющих) параметров, определяющую эффективность производственного процесса бурения с позиции выбранного критерия – механической скорости.

Рассматривая предел прочности $\sigma = \frac{G}{F} \cdot \left[\frac{H}{M^2}\right]$, как механическое напряжение в материале, выше которого происходит его разрушение, выражение $\left(\frac{G_0^{\beta}}{\sigma}\right)$ показывает влияние площади контакта породоразрушающего инструмента F на механическую скорость бурения.

$$V_{\text{мех}} = F(G_0, v_{\text{ПИ}}, F, Q, \sigma), \quad (5)$$

Тогда выражения для режимных параметров бурения

$$G_0 = f(V_{\text{мех}}, v_{\text{ПИ}}, F, Q, \sigma), \quad (6)$$

$$v_{\text{ПИ}} = f(V_{\text{мех}}, G_0, F, Q, \sigma), \quad (7)$$

$$Q = f(V_{\text{мех}}, G_0, F, v_{\text{ПИ}}, \sigma), \quad (8)$$

Решая уравнение (6) аналогичным образом, с применением алгебраического метода Рэлея, получаем исходную зависимость в следующем виде:

$$\frac{G_0}{F \cdot \sigma} = f\left(\left(\frac{V_{\text{мех}}}{v_{\text{ПИ}}}\right)^\alpha, \frac{1}{v_{\text{ПИ}}^\delta}, Q^\delta\right), \quad (9)$$

Выделим безразмерные комплексы.

Комплекс $\left(\frac{V_{\text{мех}}}{v_{\text{ПИ}}}\right)$, представляет собой отношение механической скорости бурения к линейной скорости перемещения реза инструмента.

Случай, когда $\frac{V_{\text{мех}}}{v_{\text{ПИ}}} \rightarrow 0$ – соответствует ударному внедрению инструмента в породу,

$\frac{V_{\text{мех}}}{v_{\text{ПИ}}} \rightarrow \infty$ – соответствует вращению инструмента без разрушения породы.

Комплекс $\frac{G_0}{F \cdot \sigma} = \frac{G_0}{F} \cdot \frac{1}{\sigma} = \frac{\sigma_{\text{разр.}}}{\sigma}$ представляет собой условие механического разрушения твердого тела (породы) на элементы под действием внешних сил, прикладываемых к внедряемому в породу инструменту, обладающим большей прочностью, чем сама порода σ .

Если $\frac{G_0}{F \cdot \sigma} = \frac{\sigma_{\text{разр.}}}{\sigma} < 1$ то, напряжения, создаваемые в породе не превышают ее предела прочности и разрушения не происходит, если $\frac{G_0}{F \cdot \sigma} = \frac{\sigma_{\text{разр.}}}{\sigma} > 1$ то, напряжения, создаваемые в породе превышают предел прочности, соответственно происходит разрушение.

Общий физический смысл выделенных безразмерных комплексов из уравнения (9), позволяет использовать их в качестве обобщенных характеристик эффективности процесса разрушения горных пород PDC долотами при бурении скважин:

а) комплекс $\left(\frac{V_{\text{мех}}}{v_{\text{ПИ}}}\right)$ связан с режимом разрушения горной породы. Одним из механизмов минимизации динамических нагрузок и повышения эффективности работы долота является поддержание установившегося режима работы, при котором глубина резания-скалывания не меняется.

Выполнение условий установившегося режима бурения, характеризуемого минимальными динамическими воздействиями на долото и исключения ударного внедрения инструмента в породу при сохранении текущей скорости проходки $V_{\text{мех}}$, заключается в поддержании постоянного значения отношения $\left(\frac{V_{\text{мех}}}{v_{\text{ПИ}}}\right)$ на всех интервалах бурения скважины $[L_1, L_2, \dots, L_n]$.

б) комплекс $\frac{G_0}{F \cdot \sigma}$ связан с затратами энергии на разрушение горной породы.

Механическая скорость бурения пропорциональна количеству подведенной к забою мощности и обратно пропорциональна энергоемкости разрушения породы и площади забоя.

$$V_{\text{мех}} = \frac{N}{A_v \cdot F}, \quad (10)$$

С позиции энергоэффективности оптимальное значение мощности, развиваемой исполнительными механизмами буровой установки должно определяться с учетом энергоемкости разрушения породы A_v . Превышение данного показателя увеличивает удельные энергозатраты (затраты энергии при передаче энергии от источника до забоя: трение, гидравлические потери и др.) и делает процесс разрушения горных пород не эффективным.

Рассмотрим значения комплексных переменных на примере бурения нефтяной скважины (из фонда пробуренных скважин на территории Волгоградской области, режимные параметры бурения которой назначены с позиции $V_{\text{мех}} \rightarrow \text{MAX}$ (табл. 1).

Таблица 1 – Анализ эффективности процесса бурения нефтяной скважины безразмерными комплексами

Глубина скв., м	Описание породы	Буримость горных пород (категория буримости)*	Режимные параметры**			Расчетные параметры	
			Мех. скорость бурения, м/час	Осевая нагрузка, т.	Скорость вращения долота, об/мин	π_1	π_2
50–219	Песок кварцевый мелкозернистый	IV	36,36	5,33	60,39	5,74	620
219–280	Песчаники мелкозернистые	V	77,26	8,55	20	52,08	26
280–340	Глины серые. Известняк. Мергель	VI	155,41	0,75	60	34,92	3,18
...
1240–1290	Глины плотные. Ангидриты	VII	12,05	9,66	10,24	15,86	72,53
...
3760–4020	Известняк плотный	X	14,33	10,29	55,26	12,34	58,2
4020–4395	Аргилит. Известняк	XI-X	8,27	10,45	60,73	3,05	18,89

* Буримость горных пород определена согласно шкалы единой классификации пород по буримости, содержащая 16 категорий пород (IV–XX) с описанием наименования пород по каждой категории [13].

** Значения режимных параметров бурения согласно данных станции геолого-технологических исследований (ГТИ).

Вывод по расчету комплексов:

1) в представленных интервалах бурения скважины (50–340 м; 1240–1290 м; 3760–4395 м) значения комплекса $\pi_1 = \frac{V_{\text{мех}}}{V_{\text{ПИ}}}$ изменяется на порядок, что свидетельствует о нестабильности процесса с резкими переходами от ударного внедрения инструмента до вращения без разрушения породы.

Ударные динамические нагрузки могут привести к поломке и преждевременному износу поликристаллических резцов PDC долот, значительно сокращая их срок эксплуатации.

2) значения комплекса $\pi_2 = \frac{G_0}{F \cdot \sigma}$ изменяется в еще больших пределах. Напряжения, создаваемые в породе инструментом (отношение $\frac{G_0}{F}$) превышают предел прочности породы σ от 3 до 620 раз, что свидетельствует о чрезмерном (неэффективном) затратах энергии при вращательном способе бурения.

Представленная математическая модель процесса бурения скважин может быть использована для разработки системы автоматического управления (САУ) бурением с регулированием параметров бурения в пределах допустимых границ изменения выявленных комплексов.

Назначение САУ заключается в изменении параметров объекта автоматизации по определенному закону $n = f(V_{\text{мех}})$, $G_0 = f(F, \sigma)$ и поддержании их на определенном заданном уровне.

Функциональная схема содержит два независимых канала управления: скоростью вращения породоразрушающего инструмента – n и осевой нагрузкой G_0 (рис. 2).

От измерительного преобразователя ИП 1 на элемент сравнения сигнала поступает текущая информация о фактической и заданной величине осевой нагрузки, далее сигнал рассогласования ΔG через усилительное устройство сравнивается с расчетным значением осевой нагрузки $G_0(t)_{\text{расч.}}$, ошибка рассогласования через усилительное устройство поступает на исполнительное устройство ИУ, растормаживающее или затормаживающее барабан буровой лебедки.

Аналогичным образом работает канал управления скоростью вращения инструмента. Настройки усилительного устройства УУ2 меняются в зависимости от диаметра породоразрушающего инструмента.

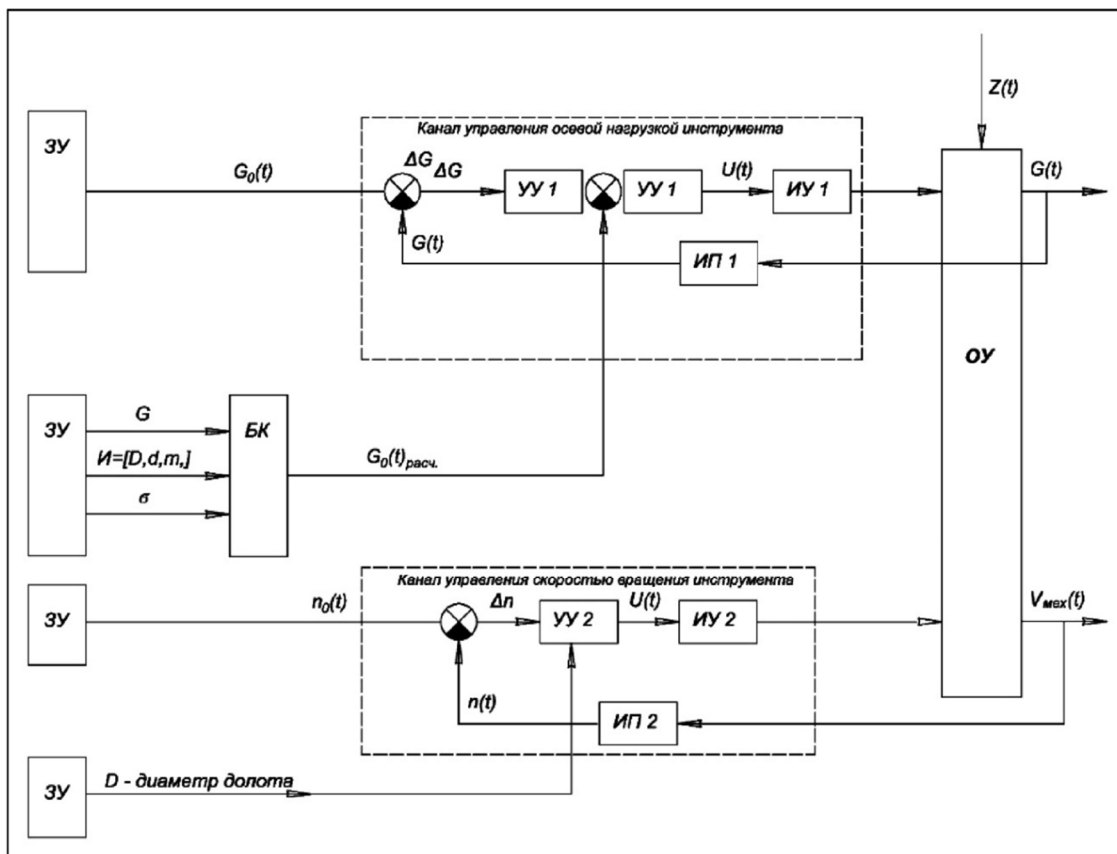


Рисунок 2 – Функциональная схема САУ бурением

ЗУ – задающее устройство; УУ – устройство управления; ИУ – исполнительное устройство; ИП – измерительный преобразователь; ОУ – объект управления.

$G_0(t)$ – осевая нагрузка согласно программе бурения.

$G_0(t)_{\text{расч.}}$ – расчетное значение осевой нагрузки с учетом минимизации комплексного показателя π_2 на интервалах бурения t .

$Z(t)$ – возмущающее воздействие.

$n_0(t)$ – скорость вращения бурового инструмента согласно программе бурения.

Литература:

1. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2018 г.: гос. докл. // Министерство природных ресурсов: офиц. сайт. – М., 2020. – URL : http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvenny_doklad_o_sostoyaniy_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/?special_version=Y
2. Федеральная служба государственной статистики: офиц. сайт. – М., 2020. – URL : https://www.gks.ru/bgd/free/b04_03/IssWWW.exe/Stg/d04/33.htm
3. Роль количественной оценки потенциальных ресурсов углеводородов Российской Федерации при планировании и проведении геологоразведочных работ на нефть и газ: презентация / А.И. Варламов [и др.]; ФГУП «ВНИГНИ». – М., 2013. – URL : <http://www.rosnedra.gov.ru/data/Files/File/2586.pdf>
4. Янин А.Н. Ретроспективный обзор показателей разработки крупнейших месторождений Западной Сибири // Бурение и нефть. – 2010. – № 7–8. – URL : <https://burneft.ru/archive/issues/2010-07-08/17>
5. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России: в 2 т. – М. : ВНИИОЭНГ, 1996. – Т. 2. – 352 с.
6. Западная Сибирь: бурить нельзя останавливаться // Нефтегазовая вертикаль. – 2019. – № 12. – URL : <http://www.ngv.ru/magazines/article/zapadnaya-sibir-burit-nelzya-ostanavlivatsya>
7. Попов В.В. Моделирование технологических процессов бурения. – Новочеркасск : ЮРГПУ, 2016. – 37 с.
8. Евсеев В.Д. Физика разрушения горных пород при бурении нефтяных и газовых скважин: учеб. пособие. – Томск : ТПУ, 2004. – 151 с.
9. Нескоромных В.В. Разрушение горных пород при бурении скважин: учеб. пособие. – Красноярск : СФУ, 2014. – 335 с.
10. Архипов В.А., Коноваленко А.И. Практикум по теории подобия и анализу размерностей: учеб.-метод. пособие. – Томск : ТГУ, 2016. – 93 с.
11. Brochure S.I. The International System of Units // Bureau international des poids et mesures. – 9–e edition. – France : Pavillon de Breteuil, 2019. – 216 p.
12. Шмелев В.А., Сердобинцев Ю.П. Повышение эффективности бурения скважин. Часть II. Исследование процесса бурения с помощью методов теории подобия // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 9. – С. 5–10.
13. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы // Горно-разведочные работы, прил. 2: Единая классификация пород по буримости. – М. : ВИЭМС, 1992. – № 4. – 42 с.

Literature:

1. On the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2018: state report // Ministry of Natural Resources: official website. – M., 2020. – URL : http://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvenny_doklad_o_sostoyaniy_i_ispolzovanii_mineralno_syrevykh_resursov_rossiyskoy_federatsii/?special_version=Y
2. Federal State Statistics Service: official website. – M., 2020. – URL : https://www.gks.ru/bgd/free/b04_03/IssWWW.exe/Stg/d04/33.htm
3. The role of quantitative assessment of potential hydrocarbon resources of the Russian Federation in planning and conducting oil and gas exploration: presentation / A.I. Varlamov [et al.] // FGUP VNIGNI. – M., 2013. – URL : <http://www.rosnedra.gov.ru/data/Files/File/2586.pdf>

4. Yanin A.N. Retrospective review of development indicators of the largest fields in Western Siberia // *Drilling and Oil*. – 2010. – № 7–8. – URL : <https://burneft.ru/archive/issues/2010-07-08/17>
5. Geology and development of the largest and unique oil and gas fields in Russia: in 2 vols. – M. : VNIIOENG, 1996. – Vol. 2. – 352 p.
6. Western Siberia: drilling cannot be stopped // *Neftegazovaya Vertikal*. – 2019. – № 12. – URL : <http://www.ngv.ru/magazines/article/zapadnaya-sibir-burit-nelzya-ostanavlivatsya>
7. Popov V.V. Modeling of technological processes of drilling. – Novocherkassk : SRHPU, 2016. – 37 p.
8. Evseev V.D. Physics of rock fracture during drilling of oil and gas wells: textbook. – Tomsk : TPU, 2004. – 151 p.
9. Neskomykh V.V. Destruction of rocks while drilling wells: tutorial. – Krasnoyarsk : SFU, 2014. – 335 p.
10. Arkhipov V.A., Konovalenko A.I. Practical training in similarity theory and dimension analysis: tutorial. – Tomsk : TSU, 2016. – 93 p.
11. Brochure S.I. The International System of Units // Bureau international des poids et mesures. – 9-e edition. – France : Pavillon de Breteuil, 2019. – 216 p.
12. Shmelev V.A., Serdobintsev Y.P. Increasing the efficiency of drilling wells. Part II. Investigation of the drilling process by means of similarity theory methods // *Construction of oil and gas wells on land and at sea*. – 2020. – № 9. – P. 5–10.
13. Collection of Estimated Norms for Geological Exploration Works // *Mining and Exploration Works*, appendix. 2: Unified Classification of Rocks by Drillability. – M. : WIAMS, 1992. – № 4. – 42 p.

**МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ СКВАЖИННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ ВЫСОКООБВОДНЕННОЙ
АГРЕССИВНОЙ ПРОДУКЦИИ**

**MECHANISM OF ELECTROCHEMICAL PROTECTION
OF DOWNHOLE EQUIPMENT WHEN PRODUCING
HIGHLY WATERED AGGRESSIVE PRODUCTION**

Щеколдин Кирилл Сергеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Shchekoldink@gmail.com

Шиян Станислав Иванович

кандидат технических наук,
доцент кафедры Оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
akngs@mail.ru

Коваленко Дмитрий Романович

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kovalenko.dmitriy.01@bk.ru

Аннотация. Информация по механизмам работы электрохимической защиты оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции является актуальной и полезной, поскольку каждый нефтепромысел сталкивается с проблемами, связанными с осложнениями, возникающими в процессе добычи. Именно из-за осложнений, возникающих при добыче нефти, снижается межремонтный период и межочистной период работы насосного оборудования, дебит добывающих скважин, пропускная способность нефтепроводных коммуникаций, происходят преждевременные поломки различного оборудования, возникает необходимость во внеплановых ремонтах, что впоследствии приводит к снижению уровня добычи и дополнительным затратам. Именно поэтому следует оказывать очень пристальное внимание методам борьбы и предотвращения осложнений, проводить исследования и выявлять новые методы борьбы и предотвращения обложений, а также повышать эффективность уже имеющихся методов, так как с экономической точки зрения активно бороться и стараться предотвращать отрицательные воздействия осложнений выгодно.

Ключевые слова: установка штангового глубинного насоса; осложнения, возникающие при добыче нефти; методы борьбы с осложнениями при работе скважин, оборудованных УШГН; отложение парафина и солей; влияние газа на работу ШГН; борьба с отложением солей; работа ШГН в искривлённых скважинах.

Shchekoldin Kirill Sergeevich

Student training direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
Shchekoldink@gmail.com

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences
Associate Professor of Oil and Gas Field Equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

Kovalenko Dmitriy Romanovich

Student training direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
kovalenko.dmitriy.01@bk.ru

Annotation. Information on the mechanisms of operation of the electrochemical protection of equipment in the production of highly watered aggressive products is relevant and useful, since each oil field faces problems associated with complications associated with the production process. It is because of complications, factors in the analysis of oil, that the turnaround and the intertreatment period of pumping equipment, the flow rate of production wells, the throughput of oil pipeline communications are reduced, premature breakdowns of various equipment occur, there is a need for unplanned repairs, which leads to a level of quality and additional costs. That is why it is necessary to pay very close attention to methods of combating and preventing complications, conduct research and identify new methods of combating and preventing corrosion, and also increase the effectiveness of existing methods, since from an economic point of view, it is beneficial to actively fight and try to prevent the negative effects of complications.

Keywords: installation of a sucker rod pump; complications arising from oil production; methods of dealing with complications during the operation of wells equipped with sucker rod pumps; deposition of paraffin and salts; gas influence on sucker rod pumping unit operation; combating salt deposition; sucker rod pumping in deviated wells.

Сущность методов и условия применения разработанных технологий электрохимической защиты оборудования от коррозии

С ростом обводненности добываемой продукции, содержания сероводорода и СВБ происходит образование отложений солей сложного состава, развиваются процессы коррозии на поверхности насосного оборудования, штангах, НКТ, что приводит к преждевременным отказам и снижению межремонтного периода работы скважин [10]. Особенно резко в подобных случаях снижается МРП скважин, оборудованных УЭЦН.

Осложнения, возникающие при эксплуатации скважин с УЭЦН, связаны с конструктивными особенностями насоса и его расположением в скважине, кроме того, обусловлены агрессивностью добываемого флюида, повышающейся по мере обводнения продукции скважин. Поэтому на поздних стадиях разработки месторождений увеличивается число ремонтов скважин по причинам коррозии корпуса погружного электродвигателя (ПЭД) и засорения рабочих органов насоса мехпримесями (сульфиды железа, неорганические соли, частицы пород пласта).

Коррозия металлов – это в основном электрохимический процесс. Окисление металлов в электропроводных средах, сопровождающееся образованием электрического тока, называется электрохимической коррозией. При этом взаимодействие металла с окружающей средой характеризуется анодным и катодным процессами, протекающими на различных участках поверхности металла. Продукты коррозии образуются только на анодных участках. С электрохимическим механизмом протекают следующие виды коррозионных процессов: коррозия в электролитах, почвенная, атмосферная, контактная, электро- и био-коррозия. Эти виды коррозии характерны для основной массы металлического оборудования, эксплуатирующегося при добыче, сборе и подготовке нефти, воды и газа.

Причина электрохимической коррозии – пониженная термодинамическая устойчивость большинства металлов и их стремление переходить в ионное состояние. Поэтому срок службы металлических изделий часто бывает относительно коротким. Продлить его можно способами, которые широко используются в практике [12]:

- воздействием на окружающую среду с целью снижения ее агрессивности;
- воздействием на металл с целью повышения его коррозионной устойчивости;
- изоляцией поверхности металлических изделий от агрессивной среды;
- поддержанием такого энергетического состояния металла, при котором окисление его термодинамически невозможно или сильно заторможено.

Первый способ защиты предусматривает дезактивационную обработку среды путем введения ингибиторов коррозии, действие которых сводится в основном к адсорбции на поверхности металла молекул или ионов ингибитора, тормозящих коррозию. Для уменьшения опасности биокоррозии металлов с целью снижения интенсивности деятельности микроорганизмов коррозионная среда обрабатывается различными биоцидами.

Второй способ защиты – введение в металл компонентов, повышающих его коррозионную стойкость или удаление вредных примесей, ускоряющих коррозию.

Третий способ носит название пассивной защиты. Нанесение покрытий – один из наиболее распространенных и эффективных методов повышения качества и долговечности металлоконструкций в агрессивных условиях. Основная роль покрытия как средства защиты от коррозии сводится к изоляции поверхности металла от внешней среды, т.е. созданию физического барьера для работы гальванических макропар.

Электрохимические методы относятся к так называемым активным методам борьбы с коррозией и основываются на создании электрического поля, уменьшающего или полностью исключаящего коррозионное разрушение.

Сущность электрохимической защиты (ЭХЗ) заключается в том, что на металлической поверхности вместо обычной анодной реакции (растворения металла) происходит катодный процесс. Это достигается подключением защищаемого объекта к дополнительному электроду, на котором идет анодная реакция. В зависимости от того, достигается это поляризацией от внешнего источника постоянного тока или за счет работы искусственного создаваемого гальванического макроэлемента, защита называется катодной или протекторной.

Результаты внедрения технологии электрохимической (катодной) защиты промысловых трубопроводов

Станции катодной защиты (СКЗ) сосредоточены в основном на более ответственных участках – нефтесборных трубопроводах и газопроводах. Катодной поляризации подвергаются также выкидные линии скважин, проходящих в непосредственной близости от защищенных коммуникаций, путем монтажа электроперемычек и диодно-резисторных блоков (БДР).

Так, например, на сборном нефтепроводе АГЗУ–206 – НСП «Алаторка» протяженностью 27 км, проходящего в 1 км от железной дороги, происходили частые отказы из-за влияния блуждающих токов.

После установки одной СДЗ и трех СКЗ по всей трассе нефтепровода отказы прекратились.

На 2007 год защищено около 625 км трубопроводов действующего парка посредством 41 СКЗ на нефтепроводах, 16 СКЗ на газопроводах, 1 СКЗ на водоводах и 5 СДЗ в местах переходов трубопроводов через Куйбышевскую железную дорогу.

Благодаря внедрению средств электрохимической защиты снизилось количество отказов трубопроводов и была обеспечена надежная эксплуатация коммуникаций с соблюдением правил промышленной безопасности и охраны окружающей среды

Результаты исследований по изучению влияния метода электрохимической (катодной) защиты оборудования на условия эксплуатации электроцентробежными насосами.

Анализ успешности ремонтов скважин с учетом особенностей работы УЭЦН показал, что химический метод ингибиторной защиты не обеспечивает защиту ГОД. В связи с этим были предложен и испытан метод борьбы с коррозией скважинного оборудования, основанный на использовании станции катодной защиты (СКЗ) с четырехжильным кабелем для защиты скважинного оборудования.

При защите промышленных сооружений широкое применение получила катодная защита. В практике нет случаев использования этой защиты для скважинного оборудования, за исключением обсадных колонн. Катодная защита для скважинного оборудования до 2000 г. не использовалась. В НГДУ «Уфанефть» в 2000 году на Сергеевском месторождении подключили две станции катодной защиты к обсадной колонне на скважинах 376 и 1046. При ремонте скв. 1046 была обнаружена коррозия протектора ПЭД, что свидетельствует о плохой защите скважинного оборудования. Для определения эффективности работы станции (СКЗ № 51) в марте 2002 года на этой скважине были проведены дополнительные исследования. Методика проведения исследований по защите от коррозии скважинного оборудования с использованием СКЗ заключалась в следующем. На катодной станции типа ОПС 2–50–24–У1 устанавливались различные режимы защитного тока и по медносulfатному электроду сравнения (МСЭ) измеряли разность потенциалов при различных вариантах подключения дренажного кабеля. Для решения этой задачи к корпусу УЭЦН 5–50–1700 на глубине 1765 м к фланцу подключили четвертую жилу плоского бронированного кабеля с медными жилами с полиэтиленовой изоляцией.

Для четвертой жилы в сальниковом устройстве устьевого арматуры, выпускаемой, просверлили дополнительное отверстие. Далеесвязи спуск УЭЦН проводился согласно типовых правил. Колонна НКТ двухступенчатая длиной 1765 м, из которых 465 м НКТ диаметром 73 мм и 1300 м НКТ – 60 мм.

После монтажа установки было исследовано четыре варианта подключения дренажного кабеля.

Первый вариант – СКЗ отключена. Замерили разность потенциалов на обсадной колонне и корпусе УЭЦН через четвертую жилу кабеля. Результат замера показал, что установка ЭЦН является анодом и подвергается электрохимической коррозии сразу после спуска в скважину. Процесс коррозии ГНО начинается непосредственно после его спуска независимо от времени начала эксплуатации.

Второй вариант – СКЗ подключена к обсадной колонне (стандартное подключение станции). Исследование на всех режимах показало, что защитного тока станции недостаточно для защиты установки ЭЦН на глубине 1765 м.

Третий вариант – СКЗ подключена к корпусу УЭЦН на глубине 1765 м с использованием четвертой жилы кабеля. Результат замера разности потенциалов свидетельствовал о том, что на различных режимах работы СКЗ, подключенной к корпусу УЭЦН, защитный ток не доходит до устья скважины.

Таким образом, во втором и третьем вариантах при подключении СКЗ сверху к обсадной трубе или снизу к корпусу УЭЦН ток недостаточен для защиты всего оборудования скважины, спущенного на глубину 1765 м.

Четвертый вариант – СКЗ подключена к обсадной колонне и корпусу УЭЦН через четвертую жилу кабеля. Результат замера разности потенциалов показал, что защитный потенциал выравнивался по всему оборудованию от устья скважины до глубины спуска установки 1765 м.

Из полученных результатов видно, что уравнивание разности потенциалов происходит при подключении СКЗ к двум точкам: к обсадной колонне и корпусу УЭЦН.

Подключение кабеля, имеющего отрицательный заряд, к обсадной колонне и дополнительного кабеля с отрицательным зарядом (четвертая жила) к корпусу ЭЦН поз-

волило уравнивать защитный потенциал от поверхности обсадной колонны скважины до ЭЦН на протяжении 1765 м [13].

Применение нового способа подключения СКЗ обеспечивает защиту не только обсадной колонны, но и скважинного оборудования, в том числе УЭЦН.

На скважинах, оборудованных УЭЦН, где наблюдалась частая сквозная коррозия ПЭД, следы язвенной коррозии на корпусе насоса и протекторе, в насосе, на обратном клапане и НКТ присутствовали отложения, в своем составе содержащие до 65 % сульфидов железа, где средний межремонтный период составлял 217 суток были подключены станции ЭХЗ. Осадки, представленные сульфидами железа, образуют с поверхностью оборудования макрогальвано пару и скорость локальной коррозии металла при этом составляет 5 ... 10 мм/год.

В результате на этих скважинах МРП возрос в среднем в 4 раза до 868 суток. При этом на поверхности ГНО и ПЭД не было обнаружено следов коррозии, а отложения в насосе незначительны.

Это связано с тем, что при катодной поляризации металла скважины и выравнивании потенциалов катодных и анодных участков, замедляется процесс электрохимической коррозии, а следовательно и поступление ионов железа в добываемую жидкость. Тем самым исключаются условия соединения железа с сероводородсодержащим попутным газом, и соответственно снижается интенсивность образования сульфидов и гидроксидов железа (рис. 1).

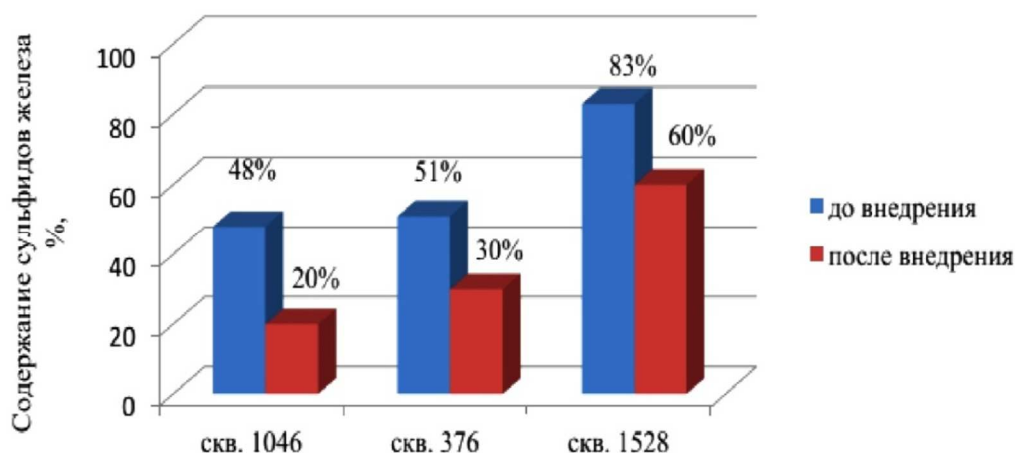


Рисунок 1 – Изменение содержания сульфидов железа до и после внедрения ЭХЗ

Так же стоит отметить, что в процессе применения электрохимзащиты между корпусом УЭЦН и обсадной колонной создается электрическое поле, через которое проходит добываемая жидкость – нефтеводная эмульсия. В ряде работ [9, 14, 15] отмечается, что обработка нефтяной эмульсии в электрическом поле – один из наиболее эффективных способов деэмульсации. Сущность процессов, происходящих в эмульсии под действием электрического поля, заключается в следующем.

В состоянии равновесия эмульсия электронейтральна, то есть имеющиеся на поверхности капель воды заряды уравниваются распределенными в дисперсной среде электрическими зарядами противоположного знака. Заряды, имеющиеся на поверхности капель воды, препятствуют слиянию этих капель, так как одноименно заряженные капли отталкиваются. Под действием приложенного электрического поля между глобулами воды образуются дополнительные электрические поля и возникают электрические силы, способные преодолеть сопротивление стабилизированных эмульгаторами поверхностных слоев.

Под действием сил электрического поля форма капель постоянно меняется, в связи с чем капли воды испытывают непрерывную деформацию, что способствует раз-

рушкею адсорбированных оболочек на каплях воды и слиянию этих капель. Это подтверждается результатами исследования эмульсии со скважины 1046 Сергеевского месторождения, где с помощью «Бутылочного теста» определялась кинетика отстоя воды как при работающей, так и при отключенной системе ЭХЗ.

Это объясняется тем, что под действием электрических полей происходит сначала упорядоченное движение, а затем столкновение капель воды.

Литература:

1. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учебное пособие для студентов вузов / А.И. Булатов [и др.]. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.

2. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2016. – 576 с.

3. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.

4. Кусов Г.В., Савенок О.В. Методы борьбы с АСПО на месторождениях ООО «РН – Краснодарнефтегаз» на примере Успенского и Горячеключевского участков // Строительство и ремонт скважин – 2010: Сборник докладов Международной научно-практической конференции (27 сентября – 02 октября 2010 года, Геленджик, Краснодарский край) / ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо». – Краснодар : ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», 2010. – С. 147–150.

5. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.

6. Шиян С.И., Омельченко Н.Н. Варианты реинжиниринга при ре-конструкции производственных объектов системы сбора, транспортировки и подготовки нефти, газа и воды Ивановского месторождения // Инженер-нефтяник. – 2020. – № 3. – С. 34–42.

7. Техника и технология восстановления продуктивности скважины № 1273 Уренгойского месторождения путём зарезки бокового ствола / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 248–266.

8. Шиян С.И., Березовский Д.А. Анализ экономической и технологической эффективности эксплуатации боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении // Наука и техника в газовой промышленности. – 2020. – № 3 (83). – С. 26–37.

9. Шиян С.И., Скиба А.С. Технология регулирования системы поддержания пластового давления на Абино-Украинском месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 279–288.

10. Шиян С.И., Мунтян В.С. Перспективы разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения с применением энерго- и ресурсо-сберегающих технологий // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 289–299.

11. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.

Literature:

1. Ekologiya pri stroitel'stve neftyanykh i gazovykh skvazhin: uchebnoye posobiye dlya Studentov vuzov / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : Prosveshcheniye – Yug, 2011. – 603 p.

2. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoyeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar : Izdatel'skiy Dom – Yug, 2016. – 576 p.

3. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.]. – Novocherkassk : Lik Publishing House, 2018. – 292 p.
4. Kusov GV, Savenok OV Methods of control of ASPO at the fields of LLC «RN – Krasnodarneftegaz» on the example of Uspensky and Gorya-Cheklyuchevsky sites // Construction and repair of wells – 2010: Collection of reports of the International scientific-practical conference (September 27 – October 2, 2010, Gelendzhik, Krasnodar Territory) / LLC Research and Production Company «Nitpo». – Krasnodar : LLC «Research and Production Company» Nitp», 2010. – P. 147–150.
5. Gutsu A.S., Shiyani S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of the Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
6. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Variants of reengineering in the re-construction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // Oil Engineer. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
7. Technique and technology of restoration of productivity of a well № 1273 of the Urengoy sky field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
8. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3 (83). – P. 26–37.
9. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of regulation of the reservoir pressure maintenance system at the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
10. Shiyani S.I., Muntyan V.S. Prospects for the development of the Severo-Tarasovsky oil field with the use of energy- and resource-saving technologies // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 289–299.
11. Sukhin A.A., Shiyani S.I. Analysis of methods for combating hydrates at the Astrakhan gas condensate field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.

Научное издание

НАУКА. НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ. УСПЕХ

Материалы II Международной научно-практической конференции

(17 апреля 2021 года)

Сборник статей

Статьи публикуются в авторской редакции

Технический редактор – А.С. Семенов
Компьютерная верстка – М.Б. Жаренко
Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Подписано в печать 17.04.2021

Бумага «Снегурочка»

Печ. л. 27,8

Усл. печ. л. 25,8

Уч.-изд. л. 23,2

Формат 60×84 ¹/₈

Печать трафаретная

Изд. № 1171

Тираж 50 экз.

Заказ № 2258

ООО «Издательский Дом – Юг»
350010, г. Краснодар, ул. Зиповская 9, литер «Г», оф. 41/3
тел. +7(918) 41-50-571

e-mail: id.yug2016@gmail.com Сайт: <http://id-yug.com>