

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
НЗ4

НЗ4 **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. 1. – 2021. – 420 с.
ISBN 978-5-91718-657-3 (Т. 1)
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 978-5-91718-657-3 (Т. 1)
ISBN 978-5-91718-656-6

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	14
М.Н. Абдуллаев, А.Ю. Малофеева, А.А. Багдасарян, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко Экологическая характеристика современных нефтегазовых технологий	15
M.N. Abdullaev, A.Yu. Malofeeva, A.A. Bagdasaryan, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko Environmental characteristics of modern oil and gas technologies	
М.Н. Абдуллаев, А.Ю. Малофеева, А.А. Багдасарян, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко «Умные» технологии в нефтегазовой отрасли	21
M.N. Abdullaev, A.Yu. Malofeeva, A.A. Bagdasaryan, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko «Smart» technologies in the oil and gas industry	
Н.Н. Авакимян, И.О. Орлова, Е.Н. Даценко Производные дробного порядка в задачах механики сплошных сред	25
N.N. Avakimyan, I.O. Orlova, E.N. Datsenko Fractional order derivatives in continuum mechanics problems	
В.А. Альховиков, С.И. Шиян, В.М. Гаргат, Е.В. Тихонов Беспакерные установки гидроструйных наносов	30
V.A. Alkhovikov, S.I. Shiyan, V.M. Gargat, Ye.V. Tikhonov Packer-free installations of hydraulic jet pumps	
Н.Г. Андрейко, Е.И. Захарченко, Ю.И. Захарченко Использование гелиосистем в теплоснабжении объектов рекреационного комплекса	35
N.G. Andreyko, E.I. Zakharchenko, Yu.I. Zakharchenko Use of heliosystems in heat supply of objects of the recreation complex	
А.А. Багдасарян, А.А. Задачин, И.А. Терещенко Общие сведения о транспорте нефти и нефтепродуктов	39
A.A. Bagdasaryan, A.A. Zadachin, I.A. Tereshchenko General information about the transport of oil and oil products	
А.Н. Безуглый, А.Г. Мамедов, Э.Н. Неприкова, И.А. Терещенко Диффузионные газовые горелки	44
A.N. Bezugly, A.G. Mamedov, E.N. Neprikova, I.A. Tereshchenko Diffusion gas burners	
Д.С. Белоусов, М.Е. Бондарев, Г.А. Захаров Использование жидкостных реостатов для пуска электродвигателей	48
D.S. Belousov, M.E. Bondarev, G.A. Zakharov Using liquid rheostats for starting electric motors	
И.С. Битков Коммуна хутора Братского	53
I.S. Bitkov The commune of the farm of Bratsk	

М.Е. Бондарев, Д.С. Белоусов, Г.А. Захаров Сравнительный анализ способов пуска асинхронных двигателей	57
M.E. Bondarev, D.S. Belousov, G.A. Zakharov Comparative analysis of methods for starting asynchronous motors	
А.Л. Бочарова-Лескина, Д.А. Лескин Технологии распределённого реестра: возможности применения при переходе к цифровому образованию	61
A.L. Bocharova-Leskina, D.A. Leskin Blockchain technologies: the possibilities of using in the transition to digital education	
А.Л. Бочарова-Лескина, Д.А. Лескин Применение технологии больших данных (BigData) в организации учебного процесса вуза	64
A.L. Bocharova-Leskina, D.A. Leskin Using of Big Data technology in the organization of the educational process of the university	
И.Н. Булатникова, К.А. Плахота Математическое моделирование конфигуратора оптимальной сборки персонального компьютера	66
I.N. Bulatnikova, K.A. Plakhota Mathematical modeling of the configurator of the optimal assembly of a personal computer	
И.Н. Булатникова, И.Н. Мадюдя Математическое моделирование процесса выбора сетевого оборудования для различных офисов	69
I.N. Bulatnikova, I.N. Madyudya Mathematical modeling of the process of selecting network equipment for various offices	
И.Н. Булатникова, Р.Ю. Анисимов Математическое моделирование логистики ресторанного бизнеса	71
I.N. Bulatnikova, R.Yu. Anisimov Mathematical modeling of restaurant business logistics	
И.Н. Булатникова, В.А. Калиновский Математическое моделирование логистики предприятия пищевой промышленности	74
I.N. Bulatnikova, V.A. Kalinovsky Mathematical modeling of logistics of the food industry enterprise	
А.В. Бунякин Модификация метода характеристик для решения системы уравнений неустановившегося течения газа в трубопроводе	77
A.V. Bunyakin Modification of the method of characteristics for solving the system of equations for unsteady gas flow in a pipeline	

Е.И. Величко, Д.А. Иноземцев, А.В. Музыкантова Контроль толщин стенок надземных трубопроводов	87
Ye.I. Velichko, D.A. Inozemtsev, A.V. Muzykantova Monitoring of wall thicknesses of aboveground pipelines	
А.В. Владимиров, А.А. Слепцов, П.А. Суховерова, С.И. Шиян, Ф. Джалло Особенности эксплуатации добывающих скважин западной Сибири	90
A.V. Vladimirov, A.A. Sleptsov, P.A. Sukhoverov, S.I. Shiyani, F. Jalloh Features of operation of producing wells in western Siberia	
В.М. Гаргат, С.И. Шиян, Е.В. Тихонов, В.А. Альховиков, Л.Г. Кусова Совершенствование гидротруйного метода добычи нефти	95
V.M. Gargat, S.I. Shiyani, Ye.V. Tikhonov, V.A. Alkhovikov, L.G. Kusova Improving the hydrojet method of oil production	
А.В. Головкин Патриотические кампании в годы Первой мировой войны	102
A.V. Golovko Patriotic campaigns during the First World War	
В.А. Гудза Новая классификация 1D математических моделей переноса ионов соли в электромембранных системах	105
V.A. Gudza New classification of 1D mathematical models of salt ion transport in electromem-brane systems	
А.А. Густова, О.Н. Оплетаяева Формирование музыкальных субкультур: философский анализ	109
A.A. Gustova, O.N. Opletaeva Musical subcultures formation: a philosophical analysis	
Е.Р. Давкина, Н.Д. Ханюченко Технология обессеривания нефти	113
E.R. Davkina, N.D. Khanyuchenko Oil desulfurization technology	
Л.М. Данович, Э.А. Саркисян Разработка балльно-рейтинговой системы оценивания учебных достижений студентов	118
L.M. Danovich, E.A. Sarkisyan Development of a point-rating system for evaluating students academic achievements	
В.В. Дубов Влияние пульсаций газа на вибрацию трубопроводов	121
V.V. Dubov Influence of gas pulsations on vibration of pipelines	
В.В. Дубов, М.Д. Зяблов, Е.В. Паршиков, А.П. Крамаренко Шум турбоприводов технологической обвязки нагнетателей	125
V.V. Dubov, M.D. Zyablov, E.V. Parshikov, A.P. Kramarenko Noise of turbo drives of technological piping of superchargers	

В.В. Дубов Источники шума на территориях компрессорных станций	130
V.V. Dubov Sources of noise in compressor station areas	
В.В. Дубов Коалесценция в пористых средах	135
V.V. Dubov Coalescence in porous media	
В.В. Дубов Метод снижения потерь легких фракций нефти при отгрузке железнодорожным транспортом	140
V.V. Dubov Method for reducing the loss of light oil fractions during shipment by rail	
В.В. Дубов Методы снижения шума в газотурбинных установках	144
V.V. Dubov Methods of noise reduction in gas turbine installations	
В.В. Дубов Осаждение дисперсной фазы в системе жидкость-жидкость	149
V.V. Dubov Deposition of a dispersed phase in a liquid-liquid system	
В.В. Дубов Оценка технического состояния трубопроводной обвязки компрессорных станций	153
V.V. Dubov Assessment of the technical condition of the pipeline piping of compressor stations	
В.В. Дубов Разделение нефтяных эмульсий в электрическом поле	159
V.V. Dubov Separation of petroleum emulsions in an electric field	
В.В. Дубов, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко, М.А. Самарин Капитальный ремонт ГРС	163
V.V. Dubov, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko, M.A. Samarin Overhaul of gas distribution station	
В.В. Дубов, Н.А. Калинин, М.А. Абдуллаев, А.Ю. Малофеева Компрессорные и газораспределительные станции, как элементы системы транспорта газа	168
V.V. Dubov, N.A. Kalinin, M.A. Abdullaev, A.Yu. Malofeeva Compressor and gas distribution stations as elements of a gas transport system	
В.В. Дубов, Я.В. Саввон, Е.А. Евдокимов, Н.А. Кирарас Оценка конструктивной надежности трубопровода	173
V.V. Dubov, Ya.V. Savvon, E.A. Evdokimov, N.A. Kiraras Assessment of the structural reliability of the pipeline	

В.В. Дубов, Я.В. Саввон, А.Г. Мамедов, Э.Н. Неприкова Особенности загрязнения окружающей среды нефтепродуктами	177
V.V. Dubov, Ya.V. Savvon, A.G. Mamedov, E.N. Neprikova Features of environmental pollution with oil products	
В.В. Дубов, М.Г. Приходько Условия эксплуатации запорной арматуры	181
V.V. Dubov, M.G. Prikhodko Operating conditions of shut-off valves	
В.И. Дунаев, С.И. Шиян, М.А. Шампуров, В.В. Анискин Технические особенности систем поддержания пластового давления на месторождении	185
V.I. Dunaev, S.I. Shiyan, M.A. Shampurov, V.V. Aniskin Technical features of reservoir maintenance systems field pressure	
А.А. Задачин, И.А. Терещенко, В.В. Шек Назначение и область применения наклонно направленного бурения	191
A.A. Zadachin, I.A. Tereshchenko, V.V. Shek Purpose and scope of directional drilling	
А.А. Задачин, И.А. Терещенко, В.В. Шек Аппараты для обессоливания нефти в электрическом поле	195
A.A. Zadachin, I.A. Tereshchenko, V.V. Shek Devices for desalting oil in an electric field	
Е.И. Захарченко, Ю.И. Захарченко, В.И. Гуленко, Н.Г. Андрейко Исследования методом импульсного нейтронного каротажа на Анастасиевско-Троицком месторождении	199
E.I. Zakharchenko, Ju.I. Zakharchenko, V.I. Gulenko, N.G. Andreiko Research by the method of pulsed neutron logging at the Anastasievsko-Troitsky field	
М.А. Злобина, О.Н. Оплетаетова Эволюция концепций образования от Средневековья к Возрождению: теория и практика	202
M.A. Zlobina, O.N. Opletaeva Evolution of educational concepts from the Middle Ages to the Renaissance: the theory and the practice	
М.Д. Зяблов, Е.В. Паршиков, А.П. Крамаренко, А.В. Поляков, М.Г. Приходько Методы разрушающего контроля	206
M.D. Zyablov, E.V. Parshikov, A.P. Kramarenko, A.V. Polyakov, M.G. Prikhodko Destructive control methods	
М.Д. Зяблов, Е.В. Паршиков, А.П. Крамаренко, М.Г. Приходько Дефектоскопия деталей бурового оборудования	211
M.D. Zyablov, E.V. Parshikov, A.P. Kramarenko, M.G. Prikhodko Flaw detection of drilling equipment parts	

Д.А. Иноземцев, А.А. Слепцов Современные конвертированные авиадвигатели на основе НК–12	215
D.A. Inozemtsev, A.A. Sleptsov Modern converted aircraft engines based on NK–12	
Д.А. Иноземцев, А.А. Иноземцев Представление языков программирования как средств управления ЭВМ	218
D.A. Inozemtsev, A.A. Inozemtsev Representation of programming languages as computer control tools	
Д.А. Иноземцев, Д.А. Тлий, И.А. Колесник Методы выявления и ликвидации неисправностей оснащения ГРС	221
D.A. Inozemtsev, D.A. Tliy, I.A. Kolesnik Methods of identification and elimination of malfunctions of equipment of gas distribution stations	
Д.А. Иноземцев, И.А. Терещенко Техническое обслуживание конвертированных авиационных двигателей при планово-предупредительной системе	224
D.A. Inozemtsev, I.A. Tereshchenko Maintenance of converted vehicles aircraft engines at planning and warning system	
Д.А. Иноземцев, И.А. Колесник, Д.А. Тлий Классификация аварийных утечек	227
D.A. Inozemtsev, I.A. Kolesnik, D.A. Tliy Classification of emergency leaks	
Д.А. Иноземцев, Д.А. Тлий, И.А. Колесник Перспективы развития нефтегазовой отрасли в Краснодарском крае	230
D.A. Inozemtsev, D.A. Tliy, I.A. Kolesnik Prospects for the development of the oil and gas industry in the Krasnodar territory	
Д.А. Иноземцев, Д.А. Тлий, И.А. Колесник Причины возникновения аварий газопроводов.....	233
D.A. Inozemtsev, D.A. Tliy, I.A. Kolesnik Causes of gas pipeline accidents	
Д.А. Иноземцев, Е.И. Величко, А.В. Музыкантова, А.А. Слепцов Традиционные методы охлаждения камер сгорания ГТУ	236
D.A. Inozemtsev, Ye.I. Velichko, A.V. Muzykantova, A.A. Sleptsov Traditional methods of cooling the combustion chambers of GTP	
Д.А. Иноземцев, И.А. Терещенко, А.А. Слепцов Технологии газодинамического разрыва пласта	239
D.A. Inozemtsev, I.A. Tereshchenko, A.A. Sleptsov Traditional methods of cooling the combustion chambers of gas turbine plants	
Д.А. Иноземцев, И.А. Терещенко Опыт применения колонн гибких труб	243
D.A. Inozemtsev, I.A. Tereshchenko Experience in the use of flexible pipe columns	

Д.А. Иноземцев, И.А. Терещенко, А.А. Слепцов Актуальность использования конвертированных авиационных двигателей в нефтегазовой промышленности	246
D.A. Inozemtsev, I.A. Tereshchenko, A.A. Sleptsov Relevance of the use of converted aircraft engines in the oil and gas industry	
Д.А. Иноземцев, Е.И. Величко, А.В. Музыкантова, М.Н. Абдуллаев Неисправности выявляемые методом диагностирования ГТД по термогазодинамическим параметрам	249
D.A. Inozemtsev, Ye.I. Velichko, A.V. Muzykantova, M.N. Abdullaev Faults detected by the gas turbine engine diagnostics method by thermogasdynamic parameters	
Д.А. Иноземцев, М.Н. Абдуллаев Опыт применения компрессорных установок в Краснодарском крае	252
D.A. Inozemtsev, M.N. Abdullaev Experience of using compressor units in the Krasnodar territory	
Д.А. Иноземцев, Е.И. Величко, А.В. Музыкантова, М.Н. Абдуллаев Применение АГРС в блочном исполнении	256
D.A. Inozemtsev, Ye.I. Velichko, A.V. Muzykantova, M.N. Abdullaev Application of AGDS in modular design	
А.А. Каграманова, Р.Р. Арушанян, А.В. Штефанец, В.Д. Крашенинников Проблемы обеспечения безопасной эксплуатации резервуаров типа РВС	260
A.A. Kagramanova, R.R. Arushanyan, A.V. Shtefanets, V.D. Krasheninnikov Problems of ensuring safe operation of RVS type tanks	
А.А. Каграманова, Р.Р. Арушанян, А.В. Штефанец Причины разрушения резервуаров нефтепродуктов	265
A.A. Kagramanova, R.R. Arushanyan, A.V. Shtefanets Causes of destroying oil reservoirs	
А.А. Каграманова, Р.Р. Арушанян, А.В. Штефанец Описание компрессорной станции	271
A.A. Kagramanova, R.R. Arushanyan, A.V. Shtefanets Description of the compressor station	
А.А. Каграманова, Р.Р. Арушанян, А.В. Штефанец Параметры турбины и их измерение	275
A.A. Kagramanova, R.R. Arushanyan, A.V. Shtefanets Turbine parameters and their measurement	
А.А. Каграманова, Р.Р. Арушанян, А.В. Штефанец Технологический процесс компремирования природного газа	280
A.A. Kagramanova, R.R. Arushanyan, A.V. Shtefanets Technological process of compression of natural gas	
О.Н. Каминир К вопросу о применении математического моделирования в технологических процессах	284
O.N. Kaminir On the application of mathematical modeling in technological processes	

В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, О.Б. Попова, В.Л. Афанасьев Исследование задачи минимизации метода геометрического программирования для оптимизации специальных электрических приводов	287
V.Yu. Karandey, B.K. Popov, O.B. Popova, V.L. Afanasiev Research task of minimisation of geometric programming method for optimization of special electric drives	
Е.Ф. Кесова, Д.А. Иноземцев Свойства вибрационного состояния магистральных насосных агрегатов на неоптимальных условиях эксплуатации	292
E.F. Kesova, D.A. Inozemtsev Properties of the vibration state of mainline pumping units under suboptimal operating conditions	
Д.Р. Коваленко, С.И. Шиян, К.С. Щеколдин Заводнение – как одна из систем поддержания пластового давления	295
D.R. Kovalenko, S.I. Shiyan, K.S. Shchekoldin Waterflooding – as a type of the system of maintaining reservoir pressure	
А.Н. Коваль Влияние несимметрии напряжения на работу сетей наружного освещения в процессе эксплуатации	301
A.N. Koval Influence of asymmetry of voltage on operation of outdoor lighting networks	
А.В. Колбасина, О.Н. Оплетаяева Сущность музыки в античной философии	305
A.V. Kolbasina, O.N. Opletaeva The essence of music in ancient philosophy	
М.Н. Коломиец, О.Н. Оплетаяева Семантика города: традиции античности	308
M.N. Kolomiets, O.N. Opletaeva Semantics of the city: traditions of antiquity	
О.В. Коренева, П.В. Морсков Математическое моделирование температурных полей при строительстве зданий	311
O.V. Koreneva, P.V. Morskov Mathematical modeling of temperature fields during the construction of buildings	
О.В. Коренева, А.С. Гриденко Применение методов математического моделирования для оптимизации рецептов	314
O.V. Koreneva, A.S. Gridenko Application of mathematical modeling methods to optimize recipes	
О.В. Коренева, Е.С. Попова Математическое моделирование строительных конструкций и методы организации строительства	317
O.V. Koreneva, E.S. Popova Mathematical modeling of building structures and methods of organizing construction	

- Б.А. Коробейников, А.М. Оппаходжаев, Д.И. Сидоров**
 Моделирование пуска двигателя серии 4А3М при пониженном напряжении сети
 в координатах обобщенного вектора 320
V.A. Korobeynikov, A.M. Oppakhodjaev, D.I. Sidorov
 Modeling the start-up of a 4A3M series engine at a reduced mains voltage
 in the generalized vector space
- Б.А. Коробейников, А.М. Оппаходжаев, Д.И. Сидоров**
 Перспективы применения математических моделей систем электроснабжения
 в координатах обобщенного вектора 324
V.A. Korobeynikov, A.M. Oppakhodjaev, D.I. Sidorov
 Prospects for the application of mathematical models of power supply systems
 in the generalized vector space
- Б.А. Коробейников, А.М. Оппаходжаев, Д.И. Сидоров**
 Теоретические основы формирования органов сравнения двух электрических
 величин устройств релейной защиты сетей среднего напряжения 328
V.A. Korobeynikov, A.M. Oppakhodjaev, D.I. Sidorov
 Theoretical bases for formation of bodies for comparing two electric values
 of relay protection devices of medium voltage networks
- Б.А. Коробейников, Д.И. Сидоров, А.М. Оппаходжаев,
 В.С. Мартынов, И.А. Горбунов**
 Математическая модель многофазного измерительного преобразователя 331
**V.A. Korobeynikov, D.I. Sidorov, A.M. Oppakhodjaev,
 V.S. Martynov, I.A. Gorbunov**
 Mathematical model of a multiphase measuring converter
- Б.А. Коробейников, Д.И. Сидоров, А.М. Оппаходжаев,
 В.С. Мартынов, И.А. Горбунов**
 Математическая модель многофазного измерительного преобразователя
 в матричном виде 336
**V.A. Korobeynikov, D.I. Sidorov, A.M. Oppakhodjaev,
 V.S. Martynov, I.A. Gorbunov**
 Mathematical model of a multiphase measuring converter in matrix form
- Л.В. Корсакова, В.А. Королева**
 Конфуций о сущности воспитания и образования 340
L.V. Korsakova, V.A. Koroleva
 Confucius on the essence of education and upbringing
- Л.В. Корсакова, О.Н. Оплетаева**
 Социально-политический контекст образования: историко-философский анализ 343
L.V. Korsakova, O.N. Opletaeva
 Socio-political context of education: historical and philosophical analysis
- Л.В. Корсакова, О.Н. Оплетаева**
 Академия Платона: замысел и реализация образовательной модели 347
L.V. Korsakova, O.N. Opletaeva
 Plato's academy: the concept and implementation of the educational model

Л.В. Корсакова, А.В. Петрова Спор славянофилов и западников о воспитании и образовании	350
L.V. Korsakova, A.V. Petrova The dispute between slavophiles and westerners about upbringing and education	
Л.В. Корсакова, В.О. Смирнова Теория воспитания Канта и практика воспитания эпохи Просвещения	353
L.V. Korsakova, V.O. Smirnova Kant's theory of education and the practice of education in the age of Enlightenment	
Л.В. Корсакова, Е.В. Фенькова Город как объект философствования: от Средневековья к Возрождению	357
L.V. Korsakova, E.V. Fenkova The city as an object of philosophical consideration: from the Middle Ages to the Renaissance	
В.Д. Крашенинников, М.Г. Приходько Сварочно-монтажные работы на различных типах трубопроводов	361
V.D. Krasheninnikov, M.G. Prikhodko Welding and assembly works on various types of pipelines	
Е.В. Крутых Умение управлять своим временем как личностный ресурс будущего профессионала	365
E.V. Krutykh The ability to manage your time as a personal resource of a future professional	
В.Г. Кузьменко Становление системы образования в допетровской России	368
V.G. Kuzmenko Formation of the Educational System in Pre-Petrine Russia	
В.В. Лежнев, И.А. Терещенко, М.А. Самарин Определение числа НПС и их расстановка по трассе	372
V.V. Lezhnev, I.A. Tereshchenko, M.A. Samarin Determination of the number of NPCs and their placement along the route	
В.В. Лежнев, И.А. Терещенко, М.А. Самарин Оборудование для изоляции трубопроводов	377
V.V. Lezhnev, I.A. Tereshchenko, M.A. Samarin Pipeline insulation equipment	
Т.А. Леонова, Е.В. Кочарян, А.М. Гапоненко Анализ существующих методик определения тепловых потерь открытого бассейна	381
T.A. Leonova, E.V. Kocharyan, A.M. Gaponenko Analysis of existing methods for determining the heat loss of an outdoor swimming pool	
О.Н. Лихачева, А.И. Кулькин Некоторые рекомендации по развитию академической мобильности на примере Кубанского государственного технологического университета	384
O.N. Likhacheva, A.I. Kulkin Some Recommendations on the development of academic mobility on the example of Kuban State Technological University	

О.Н. Лихачева, А.И. Кулькин К вопросу об улучшении качества иноязычного учебного процесса	388
O.N. Likhacheva, A.I. Kulkin On Improving the quality of the foreign language learning process	
О.Н. Лихачева, Е.В. Тымчук, В.Ю. Штелле Моделирование в современном образовании	392
O.N. Likhacheva, E.V. Tymchuk, V.Yu. Stelle Modeling in modern education	
О.Н. Лихачева, В.Ю. Штелле К вопросу о дискурсе в иноязычной коммуникации	396
O.N. Likhacheva, V.Yu. Stelle To the question of discourse in foreign language communication	
Е.В. Медведева, С.И. Шиян, А.К. Нелин, Л.Г. Кусова Методы увеличения нефтеотдачи и ограничивающие факторы применения данных методов на примере месторождения им. Ю. Корчагина	399
E.V. Medvedeva, S.I. Shiyan, A.K. Nelin, L.G. Kusova Methods of increasing oil recovery and limiting factors of the application of these methods on the example of the field them Yu. Korchagina	
Е.В. Медведева, А.К. Нелин, И.И. Шаблий, С.И. Шиян Особенности разработки шельфовых месторождений и негативные факторы, осложняющие эффективное освоение морских месторождений	403
E.V. Medvedeva, A.K. Nelin, I.I. Shablii, S.I. Shiyan, Features of the development of shelf deposits and negative factors improving the effective development of offshore deposits	
Е.В. Медведева, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко Применение сварки взрывом для создания конструкций из биметаллических материалов	407
E.V. Medvedeva, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko Explosion welding for bimetallic structures	
Е.В. Медведева, М.Г. Приходько, Н.Д. Ханюченко Сравнение технологии бурения ГРП и «ФИШБОН»	412
E.V. Medvedeva, M.G. Prikhodko, N.D. Khanyuchenko Comparison of hydraulic fracturing drilling technology and FISHBON	
Е.В. Медведева, М.Г. Приходько Сооружение и способы укладки трубопроводов в условиях болот	416
E.V. Medvedeva, M.G. Prikhodko Construction and methods of laying pipelines in swamp conditions	

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.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS OF MODERN OIL AND GAS TECHNOLOGIES

Абдуллаев Марат Наильевич

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
marat_abdullaev_00@bk.ru

Малофеева Анастасия Юрьевна

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Багдасарян Артём Артурович

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
mr.ch1993@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

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

Ханюченко Никита Демьянович

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

Аннотация. большое количество предприятий нефтегазовой отрасли потенциально способны создавать серьезные и не поправимые экологические проблемы, как локального, так и глобального характера. Согласно федеральному закону «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 года, экологическая безопасность – это состояние защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной или иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий. Практика показывает, что старые подходы и технологии уменьшения загрязнений в нашем времени не обеспечивают полного и эффективного решения экологических проблем. Стоит разрабатывать новые подходы к сокращению техногенного воздействия на окружающую среду, которые должны использоваться во многих странах мира. Один из таких подходов отразился в концепции, получившей название «Более чистое производство» (БЧП), который способен гораздо эффективнее решать экологические проблемы промышленных предприятий, в том числе и нефтегазовых.

Ключевые слова: технология, экология, экологические проблемы, месторождение, методы, утилизация, переработка, отходы, шлам, органические отходы, попутный газ.

Abdullaev Marat Nailievich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
marat_abdullaev_00@bk.ru

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Bagdasaryan Artem Arturovich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
mr.ch1993@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. A large number of oil and gas companies are potentially capable of creating serious and irreparable environmental problems, both local and global. According to the federal law «On environmental protection» № 7–FZ dated 01/10/2002, environmental safety is the state of protection of the environment and vital interests of a person from the possible negative impact of economic or other activities, natural and man-made emergencies and their consequences... Practice shows that the old approaches and technologies for reducing pollution in our time do not provide a complete and effective solution to environmental problems. It is worth developing new approaches to reducing the technogenic impact on the environment, which should be used in many countries of the world. One of these approaches is reflected in the concept called «Cleaner Production» (CP), which is able to solve the environmental problems of industrial enterprises, including oil and gas, much more efficiently.

Keywords: technology, ecology, environmental problems, field, methods, utilization, processing, waste, sludge, organic waste, associated gas.

Широкое распространение методов и технологий борьбы с загрязнением окружающей среды, обеспеченных нефтегазовой промышленностью во второй половине XX века, в принципе не способно эффективно решить все основные экологические проблемы отрасли. В связи с неуклонным ростом накопления отходов в конце 1990-х годов была введена новая концепция предотвращения образования отходов и выбросов, направленная на минимизацию образования отходов и облегчение ликвидации промышленного загрязнения. Это понятие называется «Более чистое производство» (БЧП), к нему относится:

- Переработка попутного газа

Перспективной технологией является переработка нефтяного газа с получением метанола, дизельного топлива и высокооктанового бензина. Установка может производить

1,5 МВт электроэнергии из 20 тонн газа, 20 тонн метанола, 14 тонн диметилового эфира или около 9 тонн высокооктанового бензина по схеме, приведенной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема переработки попутного нефтяного газа

Технология получения диметилового эфира (ДМЭ), метанола и синтетических топлив из природного газа позволяет использовать его в качестве сырья наряду с метаном и другими низшими алканами (этан, пропан, бутан), а также является энергетически замкнутым и экологически чистым процессом. Согласно этому способу ДМЭ получают из синтез-газа промежуточным синтезом метанола на катализаторах в специфических условиях с целевой конверсией углеводородов до 70 % и общей селективностью, близкой к 100 %.

- Переработка шламов (ил, песок, глина и другие механические примеси)

Из новых технологий, разработанных за рубежом для переработки ила, наиболее интересной является одна из них, показанная на рисунке 2. Эта технология полезна тем, что подходит для переработки различных видов шлама, в том числе старых высокостабильных.

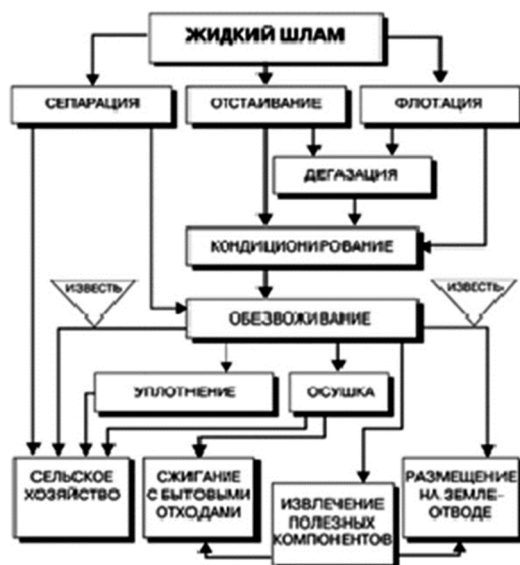


Рисунок 2 – Схема комплексной переработки шламов

Технология представляет собой комбинацию нескольких процессов – сепарации, отстаивания, флотации, дегазации, кондиционирования, обезвоживания, добавления извести, уплотнения и осушки. Полученные продукты предлагается сжигать, направлять на дополнительную переработку с целью извлечения полезных компонентов или использовать в сельском хозяйстве. Таким образом, данная технология представляет собой замкнутый цикл переработки шлама с полной утилизацией конечных продуктов.

- Метод для разделения эмульсий ферментами

Устройства, поддерживающие эту технологию, могут работать как стационарно, так и мобильно.

В технологии обработки бурового раствора (рисунок 3) используется последовательное разделение механических примесей, и на последней стадии полученная эмуль-

сия разделяется на нефть и воду. В то же время степень очистки твердых частиц (песка) и воды чрезвычайно высока-вплоть до качества, отвечающего требованиям, предъявляемым к водным объектам, хотя оборудование для этой технологии довольно дорогое, такие установки уже работают в нескольких местах.



Рисунок 3 – Схема переработки шламов с использованием ферментов (ферменты)

- Переработка органических отходов

Новая технология «Совместной паровой обработки и резонансного электромагнитного крекинга» (Со-ПРЭК), может рассматриваться как один из вариантов универсального решения проблемы, на этот раз утилизации отходов. Технология позволяет перерабатывать органические вещества в твердом и жидком состоянии при минимальном давлении (0,4 МПа), без применения катализаторов и реагентов, в замкнутом экологически чистом цикле. При этом достигается глубина переработки, обеспечивающая полное разложение сырья для получения углеводородных фракций, сажи и дымовых газов. Изменяя технологические параметры и конструкцию реактора, можно обеспечить переработку различных видов отходов на предприятии. Сюда входят отходы резины и полимеров, отработанные масла, нефтешламы, отходы биомассы и электронные отходы. Для реализации технологии создаются соответствующие технологические линии, максимально использующие элементы существующей инфраструктуры предприятия (рисунок 4).



Рисунок 4 – Копроцессинг парового и резинового электромагнитного крекинга – КоПРЭК или (Со-ПРЭК)

Актуальность и перспективность этого процесса можно представить следующими цифрами: в мире ежегодно добывается 3,2 миллиарда тонн нефти, при этом ежегодно образуется около 10 миллиардов тонн углеводородсодержащих отходов. Очевидно, что если хотя бы часть этих отходов переработать с получением углеводородсодержащих продуктов, то их производство можно значительно увеличить.

Таким образом, создание и усовершенствование нефтегазовых технологий и вложений больших средств в наше время, помогут избавиться от вредных отходов и сохранить экологическую обстановку и полезные ресурсы земли, в стране и целом мире.

Литература:

1. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. – М. : Химия, 2002.– 608 с.
2. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 г.
3. «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» утвержденная распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 года № 1715-р.
4. Гидроразрыв пласта в вертикальных и горизонтальных скважинах : учеб. пособие / Г.Г. Гилаев, В.А. Ольховская, Г.Г. (Геннадий) Гилаев, В.М. Хафизов. – Ижевский институт компьютерных исследований.2020.
5. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.
6. 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.
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. 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. Abrosimov A.A. Ecology of hydrocarbon systems processing. – М. : Chemistry, 2002. – 608 p.

2. Federal Law № 7-FZ dated 10.01.2002 «On Environmental Protection».

3. «Energy Strategy of Russia for the period until 2030» approved by Russian Federation Government Regulation № 1715-p dated 13 November 2009.

4. Hydraulic fracturing in vertical and horizontal wells : textbook / G.G. Gilaev, V.A. Olkhovskaya, G.G. (Gennady) Gilaev, V.M. Khafizov. – - Izhevsk Institute for Computer Research. 2020.

5. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.

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

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

8. Increasing the efficiency of transportation of high-viscosity oil. Viscosity decrease by the dilution method / A.V. Poliakov [et al.] // Science. The 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. 148–152.

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

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

11. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 1. – P. 156–160.

13. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

14. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.

«УМНЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

«SMART» TECHNOLOGIES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Абдуллаев Марат Наильевич

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
marat_abdullaev_00@bk.ru

Малофеева Анастасия Юрьевна

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Багдасарян Артём Артурович

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
mr.ch1993@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

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

Ханюченко Никита Демьянович

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

Аннотация. «Умное» месторождение способно вывести нефтегазовую отрасль на новый уровень, обеспечить конкурентную способность добывающих компаний, даже когда речь идет о трудноизвлекаемых запасах, также дает возможность снизить негативное влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: «умные» технологии, недра, месторождение, энергопотребление, нефть, скважина, привод, электроэнергия, автоматизация, энергоэффективность.

Abdullaev Marat Nailievich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
marat_abdullaev_00@bk.ru

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Bagdasaryan Artem Arturovich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
mr.ch1993@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. A «smart» field is able to bring the oil and gas industry to a new level, to ensure the competitiveness of production companies, even when it comes to hard-to-recover reserves, and also makes it possible to reduce the negative impact on the environment.

Keywords: «smart» technologies, subsoil, field, energy consumption, oil, well, drive, electricity, automation, energy efficiency.

Интерес к интеллектуальным технологиям в нефтегазовой отрасли связан со всем не просто с модными тенденциями, а с реальными насущными проблемами, стоящими сегодня перед многочисленными добывающими предприятиями. Только лишь единичные месторождения могут похвастаться фонтанирующими скважинами, на которых проблема повышения эффективности пока еще не столь актуальна.

Сейчас нам понятно, что если не начнем освоение и развитие новых месторождений, то в ближайшее время в России просто нечего будет добывать, а значит, и нечего экспортировать. Перспективные же запасы в большинстве можно отнести к категории «труднодоступные». Кроме того, новые участки располагаются не в самых благоприятных климатических зонах, на шельфе и других местах, которые значительно удалены от существующей инфраструктуры, и это сказывается на стоимости самой разработки.

В то же время достаточно понятно, что, в связи с резким падением цен на нефть или газ, показатели себестоимости добычи начинают играть решающую роль.

Smart Field (то есть «умное месторождение», SF) – это комплекс программных и технических средств, который позволяет нам управлять оборудованием для увеличения показателей добычи углеводородов. В основе этой системы лежит идея об аккуратном и бережном использовании месторождения, а так же максимальном продлении времени его эксплуатации.

Еще одна важная задача SF – это увеличение энергоэффективности оборудования и технологических процессов. То есть, внедрение этой системы помогает компаниям уменьшать свои затраты на энергоресурсы и приводит к суммарному снижению выбросов вредных веществ в окружающую атмосферу.

Система SF состоит из ряда компонентов, которые отвечают за многочисленные различные функции. В нее входят комплексная автоматизация, технические средства для сбора и анализа данных, решения для проведения мероприятий по увеличению эффективности работы нефтегазовой компании на разных уровнях.

SF может управлять отдельной скважиной, а точнее – режимами работы насосов – за счет кустовой телемеханики. В ее ведении находятся также системы подготовки нефти и газа, включая дожимные насосные станции, факельные системы и т.д. SF управляет системами поддержания пластового давления, в том числе водозаборными станциями, узлами учета воды, нагнетательными скважинами, она контролирует нефтеперекачивающие станции и резервуарные парки.

Система предполагает использование различных интеллектуальных и многопараметрических датчиков. «Умные» технологии обеспечивают удаленный доступ ко всему полевому оборудованию, позволяют диагностировать его состояние и при необходимости конфигурировать.

Основные задачи SF – увеличение объемов добычи нефти и газа, увеличение жизненного цикла углеводородного пласта и оптимизация производственных издержек.

Использование новых интеллектуальных технологий на месторождении позволяет сделать шаг вперед по сравнению с применением традиционных систем автоматизации.

Предлагается целый комплекс решений для нефтегазовых месторождений, позволяющий оптимизировать энергопотребление.

В первую очередь, рекомендуется оснащать приводы насосов и других мощных потребителей частотными преобразователями. Только эта мера может обеспечить до 30 % экономии электроэнергии, потребляемой этим оборудованием, и внести весомый вклад в общую экономию.

Важным моментом также является то, что концепция SF («умное месторождение») предполагает тесную взаимосвязь между системами управления энергоснабжением и системами автоматизации. Если же говорить о внутреннем устройстве решения, то, в зависимости от конкретных условий и пожеланий заказчика, SF может строиться либо на традиционных клиент-серверных технологиях, либо на более современных – облачных. В свое время «облака» изменили облик отрасли информационных технологий, на очереди – сфера автоматизации.

Литература:

1. Гидроразрыв пласта в вертикальных и горизонтальных скважинах : учеб. пособие / Г.Г. Гилаев, В.А. Ольховская, Г.Г. (Геннадий) Гилаев, В.М. Хафизов. – Ижевский институт компьютерных исследований.2020.

2. 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.

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.

10. 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. Hydraulic fracturing in vertical and horizontal wells : textbook / G.G. Gilaev, V.A. Olkhovskaya, G.G. (Gennady) Gilaev, V.M. Khafizov. – - Izhevsk Institute for Computer Research. 2020.

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

3. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ASPO). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // Science. The New Generation. Success : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of the Victory in 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.] // Science. The 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. 148–152.

5. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. Review of world experience / A.V. Poliakov [et al.] // Science. The New Generation. Success : Proceedings of 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 : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.

7. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.

8. 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. – V. 1. – P. 156–160.

9. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

10. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.

**ПРОИЗВОДНЫЕ ДРОБНОГО ПОРЯДКА
В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД**

**FRACTIONAL ORDER DERIVATIVES
IN CONTINUUM MECHANICS PROBLEMS**

Авакимян Наталья Николаевна

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

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

Аннотация. Предлагается вариант преподавания производной дробного порядка для подготовки студентов инженерных специальностей. Изложение материала построено так, чтобы студенты, обладающие только базовыми понятиями дифференциального исчисления, могли легко понять и использовать на практике производные дробного порядка.

Ключевые слова: методы обучения, производная дробного порядка.

Avakimyan Natalya Nikolaevna

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

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

Annotation. A variant of teaching fractional order derivatives for training engineering Students is proposed. The presentation of the material is designed so that Students who have only basic concepts of differential calculus can easily understand and use fractional order derivatives in practice.

Keywords: teaching methods, a derivative of fractional order.

При постановке конкретных задач механики сплошных сред зачастую возникают начально-краевые задачи для дифференциальных уравнений с дробными производными. Значительное количество реальных процессов не укладывается в представления механики сплошной среды и требует привлечения представлений о фрактальности среды, в которой эти процессы происходят.

Для подготовки качественных специалистов-нефтяников и лучшего понимания ими основ математики и решения практических задач полезно включение в программу математики применение производной дробного порядка. Полное изложение теории дробного дифференциального исчисления не подходит для студентов нематематических специальностей. Ставится целью дать материал так, чтобы, не углубляясь в теорию больше необходимого, сформировать общее понимание производной дробного порядка и показать применение её на практике студентами инженерных специальностей.

Понятие дифференциального оператора

Оператор – зависимость, правило, функция, отображение – однозначное соответствие элементов одного множества другому множеству. Причем множество может состоять не только из чисел, но из любых объектов, например из матриц или функций.

Например, арифметическое действие сложения можно рассматривать как оператор «+» над множеством пар чисел, отображающий данное множество так же в множество чисел : $+(a,b) = z$, $+(2,3) = 5$.

Т.е. любую арифметическую операцию или функцию можно рассматривать как оператор.

Операцию дифференцирования (интегрирования), так же можно рассматривать как оператор, однозначно отображающий одни функции в другие. Пусть D_x – обыкновенный дифференциальный оператор, $D_x \equiv d/dx$. Многократное применение его к дифференцируемой n раз функции $f(x)$:

$$f^{(1)}(x) = D_x f(x),$$

$$f^{(2)}(x) = D_x f^{(1)}(x) = D_x^2 f(x),$$

$$\text{Получаем: } f^{(n)}(x) = D_x f^{(n-1)}(x) = D_x^n f(x), n = 1, 2, \dots$$

Удобно дополнить $f^{(0)} \equiv f(x)$, а также отрицательными значениями n , подразумеваемая под отрицательным дифференцированием операцию интегрирования :

$$f^{(-1)}(x) = \int_0^x f(x_1) dx_1 = D_x^{-1} f(x),$$

$$f^{(-2)}(x) = \int_0^x dx_2 \int_0^{x_2} dx_1 f(x_1) = D_x^{-2} f(x),$$

...

$$f^{(-n)}(x) = \int_0^x dx_2 \int_0^{x_2} \dots \int_0^{x_{n-1}} f(x_1) = D_x^{-n} f(x).$$

Т.о. мы определили дифференциальный (интегрально-дифференциальный) оператор (ДО) $D_x^n f(x)$, на множестве целых чисел ($n \in \mathbf{Z}$). Далее для удобства записи оператор D_x^n мы будем часто записывать как верхний индекс в скобках $^{(n)}$. Из определений и свойств интегралов и производных следует, что ДО обладает свойствами [1] :

1. Однородности ($D_x^n f(ax + b) = a^n f^{(n)}(ax + b)$, a, b – константы.
2. Линейности ($(af(x) + bg(x))^{(n)} = af^{(n)}(x) + bg^{(n)}(x)$, a, b – константы.
3. Сложения порядков ($(f^{(n)}(x))^{(m)} = f^{(n+m)}(x)$).
4. Производная произведения (правило Лейбница) :

$$(f(x)g(x))^{(n)} = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} f^{(k)}(x)g^{(n-k)}(x)$$

5. Производная степенной функции с положительным целым показателем :

$$D_x^n (x - a)^m = m(m - 1) \dots (m - n + 1) (x - a)^{m-n} = \frac{m!}{(m-n)!} (x - a)^{m-n},$$

где восклицательный знак обозначает факториал – произведение всех натуральных чисел до данного:

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot \dots \cdot n, (0! = 1! = 1), m, n = 0, 1, 2, \dots, a \in \mathbb{R}, m \geq n \text{ (при } m < n \text{ } D_x^n(x-a)^m = 0).$$

б. Производная степенной функции с отрицательным целым показателем :

$$D_x^n(x-a)^{-m} = (-1)^n \frac{(m+n-1)!}{(m-1)!} (x-a)^{-(m+n)},$$

где $m, n = 0, 1, 2, \dots, a \in \mathbb{R}$.

7. $D_x^n \sum_{k=1}^{n-1} (a_k x + b_k)^k = 0$, при $m < n$, где $m, n = 0, 1, 2, \dots, a_k, b_k \in \mathbb{R}$ – константы, т.е. D_x^n от полинома степени $m < n$ – ноль.

Расширение дифференциального оператора на множество действительных чисел

При решении дифференциальных уравнений часто удобно пользоваться дифференциальным оператором используя его по аналогии со степенью. Часто такие решения приводят к дробным решениям, например переписав уравнение

$$f''(x) = g'''(x) \\ f^{(2)}(x) = g^{(3)}(x) \Rightarrow f(x) = g^{(3/2)}(x)$$

мы сталкиваемся с необходимостью вычислять дробные производные.

Также как в начальной математике определяется корень (по сути дробная степень) мы доопределим понятие дробного дифференциального оператора :

$$D_x^{n/m} = D_x^{1/m} D_x^{1/m} \dots D_x^{1/m} \text{ (m раз)}$$

в частности $D_x = D_x^{1/2} D_x^{1/2} = D_x^{1/3} D_x^{1/3} D_x^{1/3}$ и т.д.

Для расширения дифференциального оператора на множество действительных чисел нам потребуется ввести Гамма функцию $\Gamma(z)$.

У Гамма функции есть разные определения (по Риману-Ханкелю, Эйлеру, Гаусу, Веерштрассу) [1], здесь приведем определение Лежандра:

$$\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt = \int_0^\infty (-\ln x)^{z-1} dx, z \in \mathbb{C}, \operatorname{Re}(z) > 0,$$

z – комплексное, с вещественной частью больше 0.

Для нашего применения имеют значения следующие свойства Гамма функции:

1. $\Gamma(z+1) = z \Gamma(z)$.
2. В случае натурального $z (z \in \mathbb{N}) \Gamma(z+1) = z!$.
3. $\Gamma(1-z) \Gamma(z) = \frac{\pi}{\sin \pi z}$.

Частные значения :

$$\Gamma(0,5) = \sqrt{\pi}; \Gamma(-0,5) = -2\sqrt{\pi}; \Gamma(0,5+n) = \frac{(2n)!}{4^n n!} \sqrt{\pi}; \Gamma(0,5-n) = \frac{(-4)^n n!}{(2n)!} \sqrt{\pi}.$$

Методом математической индукции можно доказать формулу Коши, переводящий многократный интеграл натуральной кратности в однократный интеграл с ядром степенного вида :

$$f^{(-n)}(x) = \int_0^x dx_2 \int_0^{x_2} dx_{n-1} \dots \int_0^{x_{n-1}} f(x_1) dx_1 =$$

Заменив $(n-1) = \Gamma(n)$, получим обобщение формулы на множество $n \in \mathbb{R} (n > 0)$:

$$f^{(-n)}(x) =$$

т.е. мы получили формулу для отрицательной производной вещественного порядка. Можно вывести формулу и для неотрицательной (вывод можно посмотреть в [1], здесь не приводится в виду ограничений на размер и цели доклада).

$$f^{(n)}(x) = \begin{cases} \frac{1}{\Gamma(-n)} \int_0^x (x-t)^{-n-1} f(t) dt, n < 0 \\ \frac{1}{\Gamma(1-\{n\})} D_x^{[n]+1} \int_0^x (x-t)^{-\{n\}} f(t) dt, n \geq 0 \end{cases} \quad (*)$$

Здесь $[n]$ – целая часть числа n , $\{n\}$ – дробная часть числа $n = [n] + \{n\}$, $0 \leq \{n\} < 1$. Такое определение дробной производной Римана-Лиувилля и Вейля.

Можно показать, что описанные свойства ДО соблюдаются и для обобщения ДО на \mathbb{R} причем производная степенной функции, получает вид :

$$D_x^n (x-a)^m = \frac{\Gamma(m+1)}{\Gamma(m+1-n)} (x-a)^{m-n}, n \in \mathbb{R}, m > -1.$$

Таким образом, многие задачи сводятся к решению в терминах дробных производных, а затем вычислению соответствующих интегралов.

Возьмем предыдущий пример :

$$f''(x) = g'''(x) \Rightarrow f(x) = g^{(3/2)}(x).$$

Из (*) подставляя $n = 1,5$; $[n] = 1$; $\{n\} = 0,5$ и

$$f(x) = g^{(3/2)}(x) = \frac{1}{\Gamma(0,5)} D_x^2 \int_0^x (x-t)^{-0,5} g(t) dt,$$

$$f(x) = \pi^{-0,5} D_x^2 \int_0^x (x-t)^{-0,5} g(t) dt.$$

Замечание 1. Часто в задачах нижняя граница не равна нулю, а равна некоторому значению a . В этом случае во всех формулах при указании нижней границы в интеграле 0 заменяется на a , для упрощения понимания материала этот параметр при изложении опущен.

Замечание 2. В общем случае явное вычисление подобных интегралов бывает очень сложным, поэтому часто для вычисления подынтегральную функцию разлагают в ряд, перемножают, интегрируют и дифференцируют.

В частности, если функция от которой берется дробная производная, легко разложима в ряд Тейлора (легко дифференцируема), можно воспользоваться линейностью и формулой производной степенной функции.

В итоге полученное решение представляет собой ряд, по формуле которого с помощью персонального компьютера легко вычислить значение функции в точке и построить ее график, но не всегда можно определить соответствующую ряду аналитическую формулу. Впрочем, для решения инженерных и технических задач, этого обычно достаточно.

Литература:

1. Учайкин В.В. Метод дробных производных. – Ульяновск : Артишок, 2008. – 512 с.
2. Авакимян Н.Н. Исследование процессов неустойчивости на границе жидкость-пар вблизи сильно перегретой поверхности : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.04.07. – Краснодар, 2004. – 147 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. – 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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

5. 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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

6. Применение пенообразования жидкостей при бурении нефтяных и газовых скважин / Г.М. Чудаков, И.А. Терещенко // 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. Uchaykin V.V. Method of fractional derivatives. – Ulyanovsk : Artishok, 2008. – 512 p.

2. Avakimyan N.N. Investigation of instability processes on the liquid-vapor boundary near a strongly superheated surface: Ph. Cand. of Physical and Mathematical Sciences : 01.04.07. – Krasnodar, 2004. – 147 p.

3. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. The project of ecological installation for bio-diesel production // Science. The New Generation. Success : materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

4. Gasification of remote settlements of Russian regions with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunaev [et al.] // Science. The New Generation. Success : materials of International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

5. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Science. The 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. 178–180.

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

7. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko [etc.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 169–172.

БЕСПАКЕРНЫЕ УСТАНОВКИ ГИДРОСТРУЙНЫХ НАНОСОВ

PACKER-FREE INSTALLATIONS OF HYDRAULIC JET PUMPS

Альховиков Владислав Анатольевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vlad.appi@gmail.com

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

Тихонов Егор Викторович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
tigr-1299@mail.ru

Аннотация. Эксплуатация скважин пакерными гидроструйными насосами в настоящее время практически полностью исчерпала свои возможности. Развитие гидроструйного способа эксплуатации скважин связано с беспакерной компоновкой струйного аппарата. При одновременном снижении расхода рабочей жидкости, закачиваемой в НКТ, внедрение беспакерной компоновки позволило значительно повысить дебит скважины.

Ключевые слова: беспакерные установки, гидроструйный насос, рабочая жидкость, динамический уровень, силовая мини-станция, добывающая скважина.

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

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

Tikhonov Egor 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

Annotation. The operation of wells with packer hydraulic jet pumps has now almost completely exhausted its capabilities. The development of the hydrojet method of well operation is associated with the packer-free layout of the jet apparatus. At the same time reducing the flow rate of the working fluid injected into the NCC, the introduction of a packer-free arrangement has significantly increased the well flow rate.

Keywords: packer-free installations, hydraulic jet pump, working fluid, dynamic level, power mini-station, producing well.

Эксплуатация скважин беспакерными установками гидроструйных насосов с двухрядным лифтом

На рисунке 1 представлена схема беспакерной установки гидроструйного насоса с двухрядным лифтом. Рабочая жидкость при работе установки нагнетается по НКТ 1,5" поступает в сопло струйного аппарата, который эжектирует продукцию пласта на поверхность по кольцевому пространству между НКТ 1,5" и НКТ 3". На некоторых скважинах можно использовать НКТ 2" и 4". Эта технология, в отличие от известных установок с пакерами, позволяет избежать подъёма жидкости по эксплуатационной колонне и связанных с этим осложнений. Кроме этого, можно контролировать динамический уровень в процессе эксплуатации.

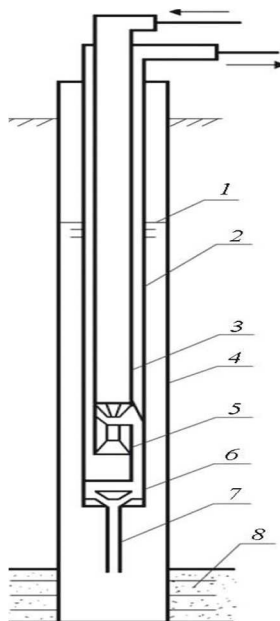


Рисунок 1 – Схема беспакерной установки гидроструйного насоса с двухрядным лифтом:
1 – динамический уровень; 2, 3 – НКТ 89 и 48 мм, соответственно (3" и 1,5"); 4 – эксплуатационная колонна; 5 – струйный насос; 6 – обратный клапан НКТ 48 мм; 7 – хвостовик; 8 – продуктивный пласт

В новой технологии полностью сохранены известные преимущества гидроструйных насосов:

- межремонтный период работы скважин составляет более 1100 суток;
- спуск-подъём струйного насоса осуществляется без бригады подземного монтажа;
- надёжная эксплуатация в осложнённых условиях.

В ОАО «Самотлорнефтегаз» гидроструйными насосами было оборудовано 84 действующих скважин. Из них 83 скважины оборудованы беспакерными компоновками. Подземное оборудование изготовлено ЗАО

«Квант». Средний дебит скважины, оборудованной струйным насосом, составлял по жидкости – 21,5 т/сут, по нефти – 9,2 т/сут. Весовая обводнённость – 57,1 %. Средняя наработка на отказ по гидроструйному фонду составляет 2371 сутки, а по скважинам, оборудованным штанговыми глубинными насосами, средняя наработка на отказ составляет всего 356 суток. Хорошие результаты говорят о том, что использование в нефтяной промышленности ГСН имеет хорошие перспективы. При внедрении гидроструйных насосов в новых районах тормозящими моментами являются высокая цена и материалоемкость силовых наземных насосных станций. Обслуживать их очень сложно. В качестве силовых насосов для установок гидроприводной добычи обычно используются плунжерные насосы высокого давления. К надёжности насосов предъявляются строгие требования.

Поэтому стоимость таких установок высока. Для их обслуживания необходимо иметь квалифицированный персонал. Нефтяникам невыгодно эксплуатировать скважины гидроструйным способом с такими силовыми станциями. Кроме этого, работа плунжерных насосов вызывает сильную вибрацию установок и пульсации жидкости в системе. В качестве приводных агрегатов для установок ГСН можно использовать погружные электроцентробежные насосы (ЭЦН). Электроцентробежные насосы более надежные, чем плунжерные. Они могут длительное время работать без обслуживания.

Схема силовой мини-станции с приводом от ЭЦН

С целью увеличения возможностей эксплуатации осложнённых скважин с применением гидроструйных насосов была предложена технологическая схема силовой мини-станции на 1-4 скважины с приводом от ЭЦН, расположенного в шурфе. Гидроструйный способ эксплуатации становится проще, он похож на электронасосную добычу нефти. Мини-станция для гидроструйной добычи используется на кусте 670Б Самотлорского месторождения. По этой технологической схеме введена в эксплуатацию мини-станция для гидроструйной добычи. Силовая станция с применением погружных центробежных насосов имеет гораздо более широкие функциональные возможности, лучшую надежность, меньшую стоимость по сравнению со станциями, в которых используются импортные плунжерные насосы. При давлениях нагнетания свыше 16 МПа у плунжерных насосов, приводящих в действие ГСН, резко снижается наработка на отказ. Для установок ЭЦН это значение давления нагнетания не является предельным. Современные погружные насосы развивают давления 20-30 МПа и работают достаточно надежно. Внедрение силовых станций с установками ЭЦН для привода гидроструйных насосов позволит освоить и ввести в нормальную эксплуатацию значительное количество бездействующих и часто ремонтируемых осложнённых скважин. Была разработана новая технологическая схема станции, которая при эксплуатации позволяет обойтись одной АГЗУ «Спутник», а не двумя. Отличительная особенность новой технологической схемы состоит в том, что возможно индивидуально замерять дебит добываемой продукции (а не смешанного потока) по каждой скважине, оборудованной струйным насосом (рис. 2).

Принцип работы мини-станции для гидроструйной эксплуатации скважин

Перед первым запуском станции шурф 3 заполняется жидкостью (например, водой или дегазированной нефтью). Затем включается силовой ЭЦН 4, нагнетающий рабочую жидкость в НКТ добывающих скважин 1, и далее – в сопла струйных насосов 2 (на рисунке 2 показана лишь одна добывающая скважина, на практике их число может достигать до 10–12). Часть жидкости из шурфа 3 уходит в этот период времени на заполнение труб от станции до скважин, НКТ и кольцевого межтрубного пространства добывающих скважин.

Объём шурфа 3 выбирается с запасом так, чтобы это обеспечить с учетом положения статического уровня и геометрических размеров труб и затрубного пространства. После того, как с помощью струйных насосов 1 начинается добыча жидкости из скважин, смешанный поток рабочей жидкости и добываемой продукции возвращается в шурф 3.

Поскольку в этот промежуток времени из шурфа 3 уходит меньше жидкости, чем приходит, то по мере заполнения давление в шурфе 3 и в линиях подвода продукции скважин к шурфу постепенно повышается. Когда давление там станет выше, чем давление в системе нефтегазосбора, открывается обратный клапан 5, и добываемая продукция начнет поступать в АГЗУ «Спутник» 7 на замер.

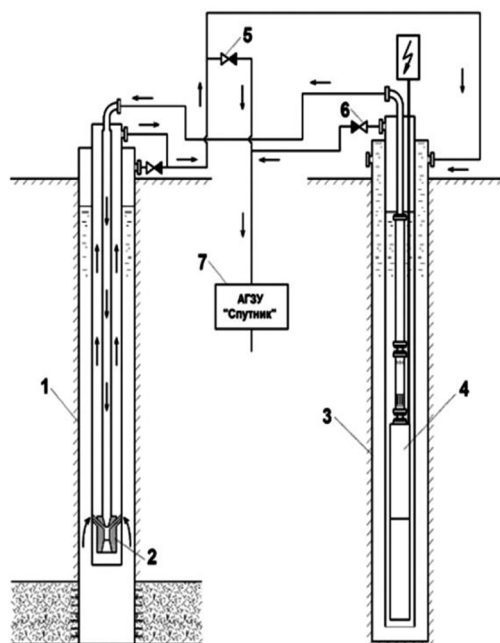


Рисунок 2 – Новая технологическая схема гидроструйной эксплуатации скважин с приводом от силового погружного центробежного насоса: 1 – добывающая скважина, 2 – струйный насос, 3 – шурф, 4 – УЭЦН с газосепаратором и погружным центробежным сепаратором мехпримесей, 5, 6 – обратные клапана, 7 – АГЗУ «Спутник»

Рабочая жидкость с попутным газом направляется в шурф 3 и далее – на прием силового ЭЦН, где установлены сепараторы механических примесей и газа. Твердые частицы оседают в накопитель погружного центробежного сепаратора мехпримесей, а газ идет в межтрубное пространство между НКТ силового ЭЦН промежуточной колонны шурфа 3, откуда через обратный клапан 6 направляется в АГЗУ «Спутник» 7. Снабжение системы погружным, а не наземным центробежным сепаратором механических примесей позволяет обойтись без сброса грязной жидкости в «Спутник», вносящего неопределённость в замерах на мини-станции, работающей на кусте 670 Самотлорского месторождения. Следовательно, можно полностью контролировать работу скважин, оборудованных гидроструйными насосами без привлечения дорогостоящих сервисных подрядчиков.

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. Гуду А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы-вы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.

7. 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.

8. 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.

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.

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.

Literature:

1. Ecology in the construction of oil and gas wells: a textbook for university students / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : LLC «Prosveshchenie – Yug», 2011. – 603 p.

2. 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.

3. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.]. – Novocherkassk : Publishing House «Lik», 2018. – 292 p.

4. Savenok O.V., Kachmar Y.D., Yaremiichuk R.S. Oil and gas engineering in well development. – M. : Infra-engineering, 2019. – 548 p.

5. Kusov G.V., Savenok O.V. Methods of struggle against ARPD in the fields of ООО 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛИОСИСТЕМ В ТЕПЛОСНАБЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ
РЕКРЕАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА**

**USE OF HELIOSYSTEMS IN HEAT SUPPLY OF OBJECTS
OF THE RECREATION COMPLEX**

Андрейко Наталья Геннадьевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет,
89882481491@mail.ru

Захарченко Евгения Ивановна

кандидат технических наук, доцент,
заведующая кафедрой геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
evgenia-zax@yandex.ru

Захарченко Юлия Ивановна

старший преподаватель кафедры геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
ofis-2010@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается использование комбинированных систем для теплоснабжения объектов рекреационного комплекса. Правильно спроектированная солнечная система способна самостоятельно обеспечивать объекты горячей водой практически круглогодично. Это позволяет значительно сэкономить на расходах на топливо и уменьшить экологические риски в курортных зонах.

Ключевые слова: теплоснабжение, горячее водоснабжение, солнечная энергия, гелио-установка, экономия топлива, экология.

Andreiko Natalya Gennadyevna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Heat Power Engineering
and Thermal Engineering,
Kuban State Technological University,
89882481491@mail.ru

Zakharchenko Evgenia Ivanovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration,
Kuban State University
evgenia-zax@yandex.ru

Zakharchenko Julia Ivanovna

Senior Lecturer of the Department of Geophysical Methods
of Prospecting and Exploration,
Kuban State University
ofis-2010@yandex.ru

Annotation. The article discusses the use of combined systems for heat supply of recreational facilities. A properly designed solar system is able to independently provide objects with hot water almost all year round. This allows you to significantly save on fuel costs and reduce environmental risks in resort areas.

Keywords: heat supply, hot water supply, solar energy, solar power plant, fuel economy, ecology.

В каждой части нашей страны нужно зимой обогревать помещения. Известно, что топливо для обогрева всегда дорожает. Возникает вопрос: как усовершенствовать обогревающий комплекс помещений. Параллельно с этим возникает задача экономии энергоресурсов и как следствие финансовых затрат [1].

Сегодня достаточно широко для решения этих задач используются нетрадиционные возобновляемые источники, в частности энергия солнца.

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), как правило, не оказывает серьезного негативного воздействия на окружающую среду, в большинстве своем они являются экологически чистыми и повсеместно доступными источниками энергии. К серьезным недостаткам ВИЭ, препятствующим их большее применение, относятся невысокая плотность энергетических потоков, и их непостоянство во времени и, как следствие этого, появляются значительные затраты связанные с оборудованием, которые обеспечивают сбор, аккумулирование и преобразование энергии.

А ведь на российских широтах солнечной энергии достаточно для эффективной работы современных гелиосистем. Например, в средней полосе России солнце отдает за год 1 м^2 земли энергию, которая получается при сжигании примерно 150 кг условного топлива. Для сравнения, плотность теплового потока на стенки топки современного парового котла достигает нескольких сотен кВт/м^2 . Тем не менее, технологии использования различных ВИЭ активно развиваются во многих странах мира, многие из них достигли коммерческой зрелости и успешно конкурируют на рынке энергетических услуг, в том числе при производстве электрической и тепловой энергии.

Если этот поток солнечной энергии «собрать» с наименьшими потерями и преобразовать его с наибольшим КПД, то в средней полосе правильно спроектированная гелиосистема сможет обеспечивать жилой дом горячей водой и теплом совершенно автономно 9 месяцев в году, а остальные три месяца (зимой) станет помогать основной системе нагревать воду, экономя, таким образом, топливо.

Несмотря на то, что Краснодарский край – типичный южный регион России – вопрос отопления и горячего водоснабжения здесь так же актуален. По данным измерений [5] в Краснодарском крае выделено 5 зон с различными значениями суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность. Наименьшими ее значениями характеризуются горные районы – 1205 кВт/м^2 , наибольшими – территории, прилегающие к Черному и Азовскому морям – 1400 кВт/м^2 . А именно на территории побережья приходится большая часть санаторно-курортных комплексов края, в которых доля горячего водоснабжения вполне сопоставима с затратами на отопление.

Кроме того, анализ распределения интенсивности суммарной солнечной радиации по месяцам показал существенное превышение летних значений над зимними [3]. Так, для Краснодара эти значения составляют: в июле 670 МДж/м^2 , в декабре 80 МДж/м^2 . Очевидно, что применение гелиоустановок эффективно для горячего водоснабжения в период с апреля по октябрь. Как раз на этот период приходится основной пик использования санаторно-курортных комплексов [4].

Более чем десятилетний опыт успешной эксплуатации гелиоустановок свидетельствует о перспективности данного направления использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии. В широком смысле гелиосистема – это установка, которая преобразует солнечную энергию в электричество или в тепло. Для преобразования в тепло для нагревания воды используются коллекторы.

По конструкции коллекторы бывают плоскими и вакуумными. Дополняет коллектор (независимо от конструктивного исполнения) накопительный бак (аккумулятор), циркуляционный насос для принудительного перемещения теплоносителя (между баком и коллектором) и вспомогательное оборудование. Небольшая гелиосистема может обходиться без насоса, благодаря естественной циркуляции воды за счет перепада температур.

Плоские коллекторы конструктивно проще, следовательно дешевле. Вакуумные коллекторы являются более сложными и дорогими агрегатами, но и КПД у них значительно выше, особенно в пасмурную погоду. Разница в эффективности особенно заметна с температуры воздуха +15 °С и ниже, а при минусовых температурах вакуумный коллектор вообще вне конкуренции. Новейшие вакуумные коллекторы на основе термотрубок способны обеспечивать потребителей горячей водой и теплом даже при отрицательных температурах.

Применение подобных коллекторов для покрытия нагрузки горячего водоснабжения становится особенно актуален для объектов рекреационного комплекса, которые по большей части находятся в местах не газифицированных и экологически охраняемых.

Солнечный коллектор с вакуумными трубками поглощает солнечную энергию, превращая ее в тепловую энергию. За счет солнечной энергии эта система способна обеспечивать от 70 % до 100 % ежедневной потребности в горячем водоснабжении для бытовых целей и существенно снизить расходы (30–100 %) на отопление помещений. За счет вакуума потери тепла в атмосферу минимальные.

Кроме того появляется возможность эксплуатации в любое время года – круглогодично; возможность работы в регионах с умеренным климатом, в том числе в зимний период; и достаточно высокая эффективность солнечного водонагревателя при низкой интенсивности солнечного излучения, а также при диффузионном излучении (отсутствии прямых солнечных лучей) [2].

Получаемую горячую воду можно использовать как для отопления помещений так и для хозяйственных нужд (душевые, кухни, сан. узлы, бассейны и т.д.). Возможно использование для подключения теплых полов, подогрева бассейнов.

Применение комбинированной схемы нагрева позволяет экономить от 30 % до 70 % затрат на электричество (или газ и твердое топливо), используемых для нагрева теплоносителя, параллельно с солнечным коллектором.

В комбинированной схеме система нагрева теплоносителя посредством солнечного коллектора является вспомогательной. Возможно увеличение числа коллекторов путем последовательного подключения к имеющемуся. Кроме того, важным преимуществом является возможность круглогодичной эксплуатации (до минус 40 °С).

Не случайно гелиосистемы находят все более широкое применение как в отдельных домостроениях, так и для обеспечения теплом и горячей водой целых поселков с использованием систем суточного или сезонного аккумулирования тепла. Преимуществом солнечных модулей над традиционными источниками электроэнергии является их экологичность и бесшумность. Кроме того, нет необходимости в постоянной доставке топлива, а длительный срок службы таких панелей позволяет сократить стоимость электроэнергии. Таким образом солнечные панели незаменимы в условиях труднодоступной местности и набирают всё большую популярность как альтернативный источник электрической энергии.

Однако современный уровень надежности и эффективности горячего водоснабжения от гелиоколлекторов может быть обеспечен только за счет применения средств автоматического регулирования. Их использование тем более необходимо в системах с изменяющейся в широких пределах мощностью и производительностью : от максимальной – в утренние и вечерние часы до минимальной – в середине дня. Оптимальная работа системы горячего водоснабжения с гелиоколлектором обеспечивается автоматическим переключением режимов нагрева воды в бойлере и изменением производительности насоса гелиоконтур.

Литература:

1. Андрейко Н.Г., Пахомов Р.А. Использование комбинированных гелиосистем в теплоснабжении объектов туристического бизнеса Краснодарского края // Сборник докладов международной научно-практической конференции «Туристско-рекреа-

ционный комплекс в системе регионального развития». – Краснодар : Кубанский гос. ун-т, 2019. – С. 341–344.

2. Бутузов В.А. Анализ опыта разработки и эксплуатации гелиоустановок в Краснодарском крае // Промышленная энергетика. – 1997. – № 2. – С. 49–50

3. Рабинович М.Д. Сравнение различных методов представления климатологической информации при расчете производительности гелиосистем // Гелиотехника. – 1986. – № 3. – С. 76–77

4. Валов М.М., Горшков Б.Н., Некрасова Э.И. О точности определения интенсивности солнечной радиации при расчетах гелиоустановок // Гелиотехника. – 1982. – № 6. – С. 47–50

5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Часть 3. Многолетние. Выпуск 13. Часть 1. Солнечная радиация и солнечное сияние. – Л. : Гидроитноиздат, 1990.

Literature:

1. Andreiko N.G., Pakhomov R.A. The use of combined solar systems in the heat supply of tourist facilities of Krasnodar region // Collection of reports of the international scientific–practical conference «Tourist and recreational complex in the system of regional development». – Krasnodar : Kuban State University, 2019. – P. 341–344.

2. Butuzov V.A. Analysis of the experience of development and operation of solar installations in the Krasnodar Territory // Industrial Energy. – 1997. – № 2. – P. 49–50

3. Rabinovich M.D. Comparison of different methods of presenting climatological information when calculating the performance of solar systems // Heliotekhnika. – 1986. – № 3. – P. 76–77

4. Valov M.M., Gorshkov B.N., Nekrasova E.I. On the accuracy of determining the intensity of solar radiation in the calculation of solar installations // Heliotekhnika. – 1982. – № 6. – P. 47–50

5. Scientific and Applied Reference Book on Climate in the USSR. Part 3. Perennials. Issue 13. Part 1. Solar radiation and sunshine. – L. : Gidroitnoizdat, 1990.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРАНСПОРТЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

GENERAL INFORMATION ABOUT THE TRANSPORT OF OIL AND OIL PRODUCTS

Багдасарян Артем Артурович

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
mr.ch1993@mail.ru

Задачин Александр Александрович

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
saneksanek.98@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

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

Аннотация. Рассмотрены основные способы транспортирования нефти и нефтепродуктов, отражены преимущества и недостатки каждого из способов транспортирования.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, водный транспорт, сухопутный транспорт, коэффициент затрат.

Bagdasaryan Artem Arturovich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
mr.ch1993@mail.ru

Zadachin Alexander Alexandrovich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
saneksanek.98@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 main methods of transportation of oil and oil products are considered, the advantages and disadvantages of each of the transportation methods are reflected.

Keywords: oil, oil products, water transport, land transport, cost factor.

В современных условиях нефть и нефтепродукты являются массовыми грузами, в связи с этим вся система транспорта призвана обеспечивать бесперебойную доставку их на нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы и с заво-

дов или с месторождений до потребителей в минимальные сроки, наиболее дешевым способом, без потери качества их в пути и с наименьшими потерями.

К основным видам транспорта нефти и нефтепродуктов относятся : железнодорожный, водный, трубопроводный и автомобильный.

В отдельных случаях нефтепродукты доставляются потребителям авиатранспортом, например : для срочной переброски горючего в небольших количествах или в малодоступные места, при невозможности или затруднении использовать другие виды транспорта. Каждый из указанных видов транспорта используется в зависимости от развития соответствующих транспортных путей, от объема перевозок, характера нефтегрузов и от расположения нефтепромыслов, нефтеперерабатывающих заводов, нефтебаз и основных потребителей. При этом во всех случаях выбора вида транспорта преследуется цель при минимальных затратах сократить сроки доставки и полностью исключить нерациональные перевозки.

Водный транспорт подразделяется на морской и речной, осуществляющий перевозку нефти и нефтепродуктов как внутри страны, так и за ее пределами. На долю водного транспорта приходится около 13 % от общего объема перевозок нефтепродуктов.

По сравнению с железнодорожным водный транспорт требует меньшего расхода топлива на единицу перевозок, характеризуется небольшой численностью обслуживающего персонала, меньшими затратами металла на единицу грузоподъемности подвижного состава и небольшой собственной массой по отношению к массе перевозимого груза. На водном транспорте коэффициент затрат в среднем составляет около 0,4, в то время как на железнодорожном – транспорте 0,7–0,8. Капитальные вложения в подвижной состав водного транспорта в несколько раз меньше, чем на железнодорожном транспорте. Морским транспортом внутри страны основные перевозки нефтепродуктов осуществляются в Каспийском, Черном, Азовском и Балтийском морях.

К преимуществам речного транспорта относится высокая пропускная способность речных путей и возможность перебрасывать флот из одного речного бассейна в другой, что, например, очень важно при необходимости немедленного вывоза добываемой нефти при освоении новых нефтеносных площадей в труднодоступных районах страны. К отрицательным свойствам речного транспорта в первую очередь можно отнести то, что возможности его использования ограничиваются временами года – на зимний период прекращаются речные перевозки, вследствие замерзания рек, а это в известной степени влияет и на работу морского транспорта. Сезонность работы – основной недостаток речного транспорта, что приводит к созданию межнавигационных запасов нефти и нефтепродуктов в перевалочных пунктах или у потребителей. Поскольку в отдельных бассейнах межнавигационный период продолжается шесть – семь месяцев в году, приходится сооружать крупные резервуарные емкости на промыслах, нефтеперерабатывающих заводах и водных нефтебазах для соответствующего накопления и длительного хранения нефти и нефтепродуктов. К недостаткам речного транспорта также относятся несовпадение географического расположения сети с направлением нефтяных грузопотоков, что удлиняет расстояние перевозки, а также малая скорость нефтеналивных судов по сравнению с другими видами транспорта.

Автомобильный транспорт широко используется при перевозках нефтепродуктов с распределительных нефтебаз непосредственно потребителю.

В понятие трубопроводный транспорт в нефтяной промышленности входит транспорт на дальние расстояния нефти и нефтепродуктов по трубопроводам. Магистральные трубопроводы в зависимости от перекачиваемой жидкости соответственно называются : нефтепроводами – при перекачке нефти; нефтепродуктопроводами – при перекачке жидких нефтепродуктов, например, бензина, керосина, дизельного топлива, мазута. При использовании нефтепродуктопровода для транспортировки одного данного сорта нефтепродукта употребляется термин «бензинопровод», «керосинопровод», «мазутопровод» и т.д. (соответственно наименованию перекачиваемого продукта).

Современные магистральные трубопроводы, протяженность которых достигает более 1000 км, представляют собой самостоятельные транспортные предприятия, оборудованные комплексом головных, промежуточных перекачивающих (насосных) станций большой мощности, а также наливными станциями со всеми необходимыми производственными и вспомогательными сооружениями. Пропускная способность магистральных трубопроводов также достигает больших размеров, обеспечивая годовой объем перекачки до 50 млн т нефти и более. Магистральные нефтепроводы и нефтепродуктопроводы большой протяженности сооружают преимущественно из стальных труб условным диаметром 500, 700, 800, 1000, 1200 и 1400 мм.

Среди других видов транспорта нефти и нефтепродуктов значительное место занимает железнодорожный транспорт. В общем объеме всех перевозок, осуществляемых всеми видами транспорта, на его долю приходится около 40 %. Нефть и нефтепродукты перевозятся по железным дорогам, как правило, в вагонах-цистернах. Только небольшая часть нефтепродуктов, около двух процентов, транспортируется в мелкой таре – в бочках, контейнерах и бидонах. Для транспортировки отдельных видов масел, смазок светлых и темных нефтепродуктов используются крытые вагоны.

Отличительная особенность железнодорожных перевозок – это возможность доставки нефтяных грузов в любое время года, благодаря чему большинство распределительных баз расположено на железнодорожных магистралях.

Однако железнодорожный транспорт имеет существенные недостатки, к которым относятся большие капиталовложения при строительстве новых и реконструкции действующих путей, относительно высокие эксплуатационные расходы на перевозку нефти и нефтепродуктов по сравнению с другими видами транспорта (трубопроводным и водным).

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. 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.
13. Эффективное решение для тампонирования 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. 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.] // Science. The New Generation. Success : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the Victory in 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.] // Science. The 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. 148–152.
4. Technology of transportation of high-viscosity oils using the heating method. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // Science. The 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-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.
6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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. – V. 1. – P. 156–160.
8. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

9. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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. – V. 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. – V. 1. – P. 277–280.

12. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of Change of Heat Exchange of Equipment Surface during Frost Formation // Construction of Oil and Gas Wells on Land and at Sea. – 2012. – № 6. – P. 33–36.

13. Effective solution for tamponization of 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 Proceedings of the Kuban State Technical University». – 2016. – № 11. – P. 43–54.

ДИФФУЗИОННЫЕ ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ

DIFFUSION GAS BURNERS

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

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

Терещенко Иван Анатольевич

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

Аннотация. Рассмотрена конструкция диффузионных горелок, представлены процессы происходящие при сжигании топливного газа в них, отражены основные преимущества и недостатки.

Ключевые слова: диффузионные горелки, камера сгорания, газ, зона горения, газоздушная смесь, диффузия.

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

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

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 design of diffusion burners is considered, the processes occurring during the combustion of fuel gas in them are presented, the main advantages and disadvantages are reflected.

Keywords: diffusion burners, combustion chamber, gas, combustion zone, gas-air mixture, diffusion.

Диффузионное горение газа происходит при раздельном поступлении компонентов газовой смеси в камеру сгорания. Самая простая диффузионная горелка представляет собой сплюснутую трубку. В процессе горения газ выходит из горелки в камеру сгорания, смешивается с воздухом топочного пространства и постепенно выгорает. Необходимый для горения воздух поступает в топочное пространство через специальные воздухопроводы. При таком виде сжигания газообразного топлива зона устойчивого горения находится в плоскости, которая отделяет область с кислородом, продуктами сгорания и без горючих газов, расположенную вне факела, от области внутри факела, с горючими газами, продуктами сгорания и без кислорода.

Область внутри факела, или восстановительная область, характеризуется тем, что горючие компоненты газа внутри нее сильно нагреваются. Газ, в состав которого входят углеводородные соединения из природных и нефтяных газов, попадая в восстановительную область с высокой температурой, в условиях отсутствия кислорода подвергается термическому разложению. В результате чего в процессе горения принимают участие уже продукты термического разложения углеводородов, в основном водород и углерод. В зоне горения под действием высоких температур углерод раскаляется и способствует окрашиванию пламени в соломенный или ярко-желтый цвет, за счет чего излучение такого факела резко возрастает.

Но наряду с эффективным увеличением излучения такого факела, наличие в пламени частиц углерода затрудняет сам процесс горения и зачастую он не может быть полностью завершен. Происходит это, потому что горение частиц углерода может осуществляться только при постоянной диффузии кислорода к поверхности частиц, так как носит чисто поверхностный характер, поступление же кислорода в реальных условиях по ряду причин затруднено.

Для того, чтобы сгорание углерода было более полным, диффузионное сжигание газа необходимо вести с повышенным избытком воздуха. В этом случае из-за разбавления продуктов сгорания большими объемами не участвующего в горении воздуха значительно увеличиваются потери теплоты.

Но даже избыток воздуха в топливнике не способствует полному выгоранию частиц сажи, которая хлопьями оседает на дымоходах.

Использование отопительных печей с диффузионными горелками показало, что с течением времени внутренние поверхности дымоходов, как и при работе на твердом топливе, покрываются слоем сажи. При этом КПД печи снижается, так как сажа обладает очень низкой теплопроводностью, и толщины сажевого слоя в 1–2 мм вполне достаточно для резкого ухудшения тепловосприятия стенок газоходов.

Можно отметить следующие положительные особенности использования диффузионного метода сжигания газообразного топлива:

– высокий уровень излучения факела горелки благоприятно влияет на развитие лучистого теплообмена в топливной зоне печи;

- устойчивость горения, отрыв пламени практически невозможен;
- надежность при эксплуатации;
- простота конструкций горелок диффузионного типа;
- относительно низкая температура в зоне горения позволяет использовать горелки более продолжительный период времени, чем горелки других видов.

Благодаря вышеперечисленным положительным качествам диффузионные горелки успешно применяются для нагрева бытовых отопительных печей в районах газового промысла. Но такие недостатки, как неполное сжигание газа при малых избыточных объемах воздуха и необходимость в периодической чистке дымоходов от сажевого налета, не позволяют рекомендовать этот тип горелок для перевода твердотопливных отопительных печей на газ.

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. 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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

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. – V. 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. – V. 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. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 2. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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. – V. 2. – P. 36–39.
8. Peculiarities of pipes connection from heterogeneous materials / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 48–51.
9. Methods of pipe welding of different steel grades / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 56–59.
10. Gasification of remote settlements of Russian regions with the use of mobile gas-filling trucks / V.I. Dunayev [et al.] // Science. The New Generation. Success: materials of International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОСТНЫХ РЕОСТАТОВ ДЛЯ ПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

USING LIQUID RHEOSTATS FOR STARTING ELECTRIC MOTORS

Белоусов Дмитрий Сергеевич

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
dimabelousov4g@gmail.com

Бондарев Михаил Евгеньевич

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
harbingeroffail@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 пуска крупных электродвигателей при использовании жидкостных реостатов, определена область применения жидкостных реостатов, приведены достоинства и недостатки.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, жидкостный реостат, фазный ротор.

Belousov Dmitry Sergeevich

Student of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
dimabelousov4g@gmail.com

Bondarev Mikhail Evgenievich

Student of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
harbingeroffail@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 starting large electric motors when using liquid rheostats, defines the field of application of liquid rheostats, provides advantages and disadvantages.

Keywords: asynchronous motor, liquid rheostat, phase rotor.

Для пуска и регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с фазным ротором мощностью свыше 2000 кВт необходимы реостаты на большую, длительно рассеиваемую мощность (500 кВт и выше) [1]. Металлические реоста-

ты с воздушным охлаждением в этом случае получаются очень громоздкими. Усложняется отвод теплоты, выделяемой в элементах. Для переключения резисторов требуется сложная система управления с применением мощных контакторов. Здесь целесообразно применять жидкостные реостаты.

Стоит заметить, что жидкостные реостаты устойчивее работают на переменном токе. При постоянном токе встречается ряд затруднений, связанных с электролизом воды, разъеданием пластин и илистым отложением в реостате [2]. Поэтому применение жидкостных реостатов для двигателей постоянного тока нецелесообразно.

Жидкостный реостат представляет собой аппарат, в котором роль сопротивления и ступенчатого переключателя металлического реостата выполняет жидкость с погружающимися в нее электродами [3, 4]. Электроды жидкостных реостатов могут изготавливаться из любой стали, литой бронзы или из различных сплавов. В качестве жидкости (электролита) используются содовые растворы, обладающие отрицательным температурным коэффициентом. Концентрация содового раствора должна быть в пределах 5–10 %.

Для отвода тепла от электролита применяются различные системы охлаждения : змеевик с циркулирующей по нему охлаждающей водой; дополнительные теплообменники с воздушным охлаждением как с естественной, так и с принудительной циркуляцией электролита; система водяного охлаждения в отдельном теплообменнике с принудительной циркуляцией воды и электролита. В результате интенсивного охлаждения удается получить стабильное удельное сопротивление электролита.

Различают две основные конструкции жидкостных реостатов [5,6]:

1. Электроды неподвижны, а уровень электролита переменный.
2. Уровень электролита постоянный, а электроды подвижные.

На рисунке 1 представлена схема устройства жидкостного реостата.

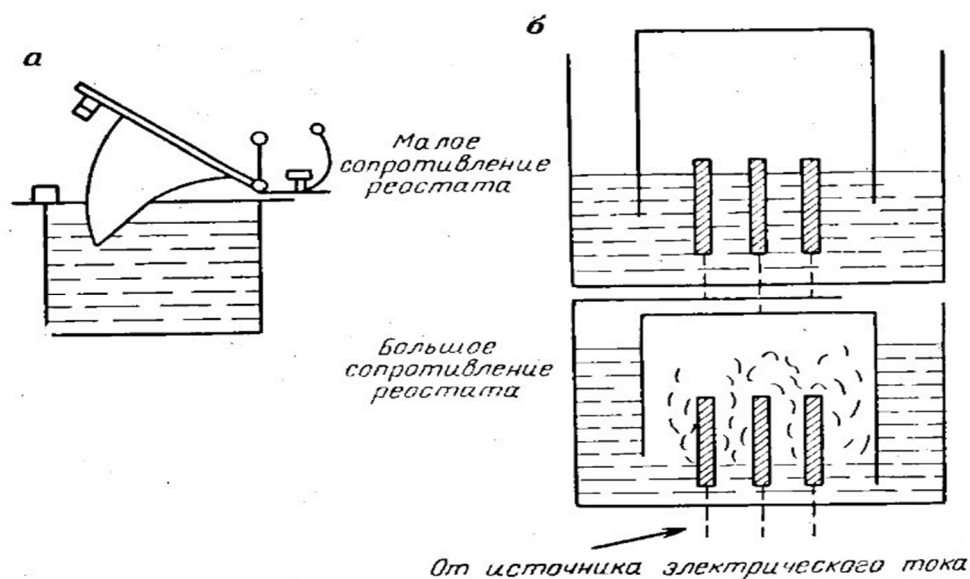


Рисунок 1 – Жидкостный реостат с подвижными (а) и неподвижными (б) электродами

Реостат с подвижными электродами состоит из металлического бака, наполненного раствором кальцинированной соды, в который могут погружаться металлические электроды секторообразной формы, сидящие на оси. Электроды изолированы как друг от друга, так и от оси. К электродам подсоединяются проводники от контактных колец ротора.

При плавном перемещении электродов или изменении уровня электролита происходит плавное изменение сопротивления реостата. Поэтому асинхронный двигатель работает в этом случае на бесконечном множестве искусственных характеристик, что приводит к плавному пуску двигателя без колебаний ускорения и плавному изменению вращающего момента.

Применение жидкостных реостатов не только позволяет обеспечить плавный, бесступенчатый пуск, но и помогает избежать таких нежелательных явлений как электрическая дуга при выведении сопротивлений, что немаловажно для мощных двигателей.

Приведем основные параметры при выборе жидкостных реостатов.

Энергия, конвертируемая в процессе пуска в тепло, кДж:

$$W_a = 0,5 \cdot f \cdot P \cdot t_a \cdot z, \quad (1)$$

где t_a – время запуска, с; z – количество пусков.

Допустимое число пусков подряд времени запуска t_a и интервальном времени $2 \cdot t_a$ до достижения рабочей температуры:

$$z = \frac{W_{a,max}}{W_a}. \quad (2)$$

Время запуска t_a для привода с постоянным моментом нагрузки, с:

$$t_a = \frac{i \cdot n^2}{91200 \cdot \left(k - \frac{M_L}{M_N}\right) \cdot P}, \quad (3)$$

где k – коэффициент нагрузки (отношение средней пусковой нагрузки к номинальной).

Время запуска t_a для привода с квадратичным увеличением момента нагрузки, с:

$$t_a = \frac{i \cdot n^2}{91200 \cdot 0,67 \cdot P}. \quad (4)$$

К достоинствам жидкостных реостатов относится то, что при относительно небольших габаритах способны поглощать значительную энергию и обеспечивать плавное и дистанционное регулирование нагрузки. Жидкостные реостаты по сравнению с металлическими имеют небольшие габариты и меньшую стоимость, что особенно резко проявляется при больших мощностях электродвигателей. Управление жидкостным реостатом не требует применения релейно-контакторной аппаратуры, что повышает надежность работы [7–10].

Основным недостатком жидкостных реостатов является интенсивное испарение электролита при повышенных и длительных нагрузках, а также значительное изменение проводимости электролита с изменением температуры нагрева и процентной концентрации раствора. Сюда же можно отнести большую сложность в эксплуатации, в связи с чем жидкостные реостаты имеют ограниченное применение.

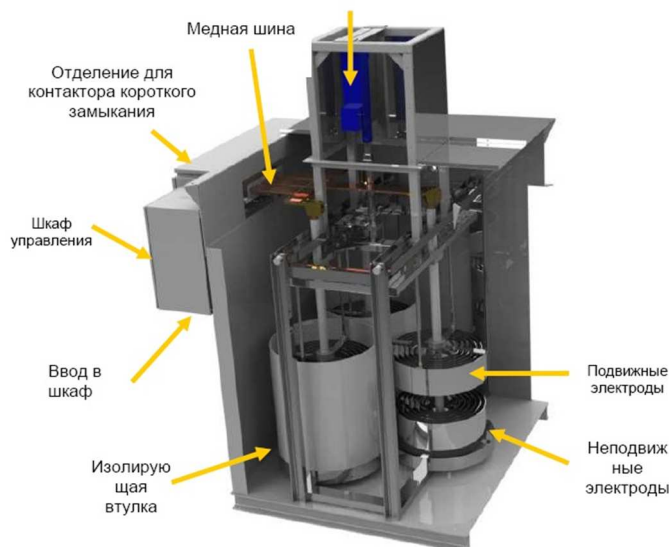


Рисунок 2 – Жидкостный реостат марки FE

Жидкостные реостаты получили применение для пуска и регулирования частоты вращения мощных асинхронных двигателей подъемных установок. К особенностям современных жидкостных реостатов относятся: герметичность системы, наличие устройств для отвода тепла, стабилизация плотности электролита, быстродействие и плавность регулирования, возможность дистанционного управления и автоматического управления от регулятора хода подъемной машины. Реостаты выпускаются с электрическим и гидравлическим приводом [9–14].

На рисунке 2 приведен жидкостный реостат марки РЕ с подвижными электродами для плавного регулирования сопротивления. Используется для трехфазных асинхронных двигателей с фазным ротором мощностью до 12 МВт.

Литература:

1. Родштейн Л.П. Электрические аппараты : Учебник для техникумов. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989. – 304 с.
2. Китаенко Г.И. Справочник электромонтажника. Том 5. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Судостроение, 1980. – 264 с.
3. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока : Учебник для вузов. – СПб. : Питер, 2008. – 320 с.
4. Онищенко Г.Б. Электрический привод : Учебник для вузов. – М. : РАСХН, 2003. – 320 с.
5. Федорова З.М., Хаджиков Р.Н., Качеровский В.М. Рудничные подъемные установки. – М. : Недра, 1966. – 308 с.
6. Завозин Л.Ф. Шахтные подъемные установки. – М. : «Недра», 1975. – 368 с.
7. 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. – Вып. № 1 (45). – С. 108–115.
8. 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.
9. 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.
10. Реле полного сопротивления / Коробейников Б.А., Коробейников А.Б., Радионов В.М., Захаров Г.А. Патент на полезную модель RU 108888 U1, 27.09.2011. Заявка № 2011113126/07 от 05.04.2011.
11. 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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – С. 117–120.
12. 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.
13. 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.

14. Реле сопротивления. Коробейников Б.А., Коробейников А.Б., Радионов В.М., Захаров Г.А. Патент на полезную модель RU 128408 U1, 20.05.2013. Заявка № 2012152767/07 от 06.12.2012.

Literature:

1. Rodshtein L.P. Electrical apparatuses : Textbook for technical schools. – 4-th edition, revised and extended. – L. : Energoatomizdat. Leningrad branch, 1989. – 304 p.
2. Kitayenko G.I. Handbook electrician. Vol. 5. – L. : Shipbuilding, 1980. – 264 p.
3. Voldek A.I., Popov V.V. Electrical machines. The alternating current machines : a textbook for universities. – Saint-Petersburg : Peter, 2008. – 320 p.
4. Onishchenko, G.B. Electric drive: a text–book for the institutes of higher education. – M. : RASHN, 2003. – 320 p.
5. Fedorova Z.M., Khadzhikov R.N., Kacherovsky V.M. Mine lifting installations. – M. : Nedra, 1966. – 308 p.
6. Zavozin L.F. Mine Lift Systems. – M. : Nedra, 1975. – 368 p.
7. Zakharov G.A. About improvement of the electric supply systems operation with an own generation at application of the single-phase transformers with a rotating magnetic field as the relay protection remote bodies // SamGTU Vestnik. Techn. sciences. – 2015. – Vol. 1 (45). – P. 108–115.
8. 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.
9. 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.
10. Relay of total resistance / Korobeinikov B.A., Korobeinikov A.B., Radionov V.M., Zakharov G.A. Utility model patent RU 108888 U1, 27.09.2011. Application № 2011113126/07 from 05.04.2011.
11. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Research of distortion influence of input current signal distortion on operation of remote control based on converters with rotating magnetic field // Technical and technological systems : materials of the seventh international scientific conference «TTS–15»; FGBOU VPO «Kuban State Technological University», Krasnodar Higher Military Aviation School named after A.K. Serov; Ed. by B.H. Gaitov. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2015. – P. 117–120.
12. 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.
13. Identification of the parameters of multiphase current converter for relay protection of electric networks / B.A. Korobeinikov [etc.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2019. – № 5. – P. 99–106.
14. Resistance relays. Korobeinikov B.A., Korobeinikov A.B., Radionov V.M., Zakharov G.A. Utility model patent RU 128408 U1, 20.05.2013. Application № 2012152767/07 from 06.12.2012.

КОММУНА ХУТОРА БРАТСКОГО

THE COMMUNE OF THE FARM OF BRATSK

Битков И.С.

студент 4 курса факультета истории, социологии и международных отношений,
Кубанский государственный университет

Научный руководитель **Л.Г. Степанова,**

канд. ист. наук, доцент кафедры истории России,
Кубанский государственный университет

Аннотация. В статье рассказывается о коммуне, созданной после Великой российской революции на территории нынешнего Белореченского района Краснодарского края, и деятельности коммунаров, строивших на отдаленном хуторе Братском светлое будущее. В качестве источников исследования выступают воспоминания очевидцев, собранные в конце 1960-х гг. и хранящиеся в местной библиотеке.

Ключевые слова: Великая российская революция, коммуна, коммунары, хутор Братский, Краснодарский край

Bitkov I.S.

4th year student of the Faculty of History, Sociology and International Relations,
Kuban State University

Supervisor of studies **L.G. Stepanova,**

Candidate of Historical Sciences,
Associate Professor of the Department of History of Russia,
Kuban State University

Annotation. The article tells about the commune created after the Great Russian Revolution on the territory of the present Belorechensky district of the Krasnodar Territory, and the activities of the communards who were building a bright future on the remote Bratsky farm. The sources of the research are the memoirs of eyewitnesses collected in the late 1960s. and stored in the local library.

Keywords: Great Russian Revolution, commune, communards, Bratsky farm, Krasnodar Territory

После революции 1917 г. в России стали создаваться сельскохозяйственные коммуны. В.И. Ленин считал, что коммуна имеет громадное значение в построении социалистического общества. Сельскохозяйственная коммуна – это союз трудящихся, который организуется с целью ведения хозяйства на коммунистических началах в области производства и распределения [1, с. 55]. Коммуны должна была нести в социалистическом обществе практическую пользу, быть оплотом помощи крестьянству. Они считались высшей формой социалистического устройства сельского быта в послереволюционный период, позиционировались как образцовые хозяйства будущего, демонстрировали крестьянам возможности нового образа жизни [2, с. 105].

Коммуны возникали в различных регионах страны в рамках проведения государственной политики в первые десятилетия советской власти. Среди побуждающих мотивов их создания было желание воплотить на практике идеалы коммунизма, стремление к справедливой жизни. К хозяйственным мотивам относилось общее осознание выгод-

ности коллективных форм хозяйства [3, с. 199]. Изменение государственной политики в отношении коммун последовало в годы НЭПа [4, с. 53]. Опыт организации первых коммун использовался в дальнейшем в годы коллективизации, когда шло формирование социалистических производственных отношений в деревне и ликвидация мелкотоварного производства [5, с. 42].

Молодое советское государство способствовало формированию таких коммун, в том числе и на Кубани [6, с. 30–37]. Одна из таких сельскохозяйственных коммун находилась недалеко от станицы Рязанской на хуторе Братском, территория которого относится к Белореченскому району Краснодарского края. Хутор находился на правом берегу реки Пшиш, недалеко от станицы Рязанской. В середине двадцатого столетия хутор был ликвидирован в связи со строительством рисовой системы.

Источников, которые рассказали бы нам о деятельности этой коммуны, сегодня очень мало. В 1967–1968 гг. воспоминания свидетелей ее деятельности были собраны учеником восьмого класса СОШ № 5 станицы Рязанской Николаем Мелешенко [7]. В январе 1967 г. в местной газете «Сельская жизнь» была также опубликована статья «И хутор называли Братским», рассказывающая о коммуне [8]. Остальные источники относятся к более позднему времени.

Немногочисленные источники позволяют установить, что коммуна на хуторе Братском была основана в 1920 г. Инициаторами коммунарного общежития стали бывшие красные добровольцы Самсон Гаменко, Никита Дударь, Парамон Павлюк, которые сражались на стороне красных против Черного Барона и Пилсудского. О создании коммуны были развешены объявления в станице. В нее могли вступить все желающие, для этого нужно было лишь записаться у председателя Рязанского ревкома. Уже на следующий день после объявления о создании в коммуну записались четыре человека.

Помощь в разработке устава, распорядка, прав и обязанностей Коммуны оказал Председатель Екатеринодарского земотдела, имя которого в источниках не указывается. Полноправными жителями коммуны становились лица, достигшие 16 лет. Всем мужчинам были выданы винтовки и патроны, чтобы они могли защищать коммуну. Землю коммунарам выделили за станицей, на землях бывшего попа ст. Рязанской, на правом берегу реки Пшиш. Земли были хорошими, но успели за время гражданской войны зарастить кустарником. Поначалу мужчины разрабатывали землю, их семьи продолжали жить в станице. Имущество коммунары собрали из своих дворов, в том числе плуги, бороны, скотину, птицу, семена и запасы пшеницы. Ревком выделили им паровую молотилку.

К зиме у коммунаров уже действовали плотницкая бригада и сапожная мастерская. Зимой началось строительство многоквартирного дома. Вскоре к рязанским коммунарам присоединились жители хутора Шевченко. Коммунальная семья имела уже 300 едоков, к уборке урожая она возросла до 600 человек. В сельскохозяйственных работах принимали участие члены коммунальных семей. Члены коммуны даже на прополку выходили с революционным знаменем и революционными песнями.

До сих пор нет однозначного ответа, как долго просуществовала коммуна. В воспоминаниях коммунаров дата роспуска коммуны обозначается разными годами. Свидетель тех событий Дмитрий Ануфриевич Брижатый вспоминал распоряжение о роспуске Братской коммуны. Сооснователь коммуны Симеон Федорович Ганенко рассказывал о ликвидации коммуны в 1922 году. Андрей Петрович Лазаренко, участник коммуны, гибель коммунарного поселения относил к 1921 году. Марфа Павловна Донцова, современница и участница событий, вспоминала, что в августе 1921 года, после погрома, совершенного в коммуне, жизнь в ней осложнилась. Вскоре, по ее словам, руководить общиной стало некому, и тогда ее члены решили делить общественное имущество [7, с. 8].

Несомненно, что переломным моментом для существования коммуны стали августовские события 1921 года. 5 августа, несмотря на круглосуточный дозор, на коммуну был совершено нападение отряда белых численностью 150 человек (по данным Д.А. Бри-

жатога – 350 человек) под предводительством царского полковника Бражника. Нападение было совершено ночью. Жертвой белых стали 18 коммунаров. Первым, кто обнаружил наступление вражеских сил, был дежурный по молотилке Петр Майко (по данным Д.А. Брижатога – Михаил Приходько). В бой вступили те коммунары, которые находились в расположении коммуны. Позже им на помощь пришли коммунары, находившиеся на сенокосе и оставшиеся там на ночлег. Однако коммуна не устояла под натиском хорошо вооруженных белых. Помощь из станицы Рязанской прийти не смогла, белые отрезали коммуну со всех сторон.

Варвара Михайловна Корнеева, современница событий, поделилась своими воспоминаниями о роковом дне для коммуны. Сарай, где спали некоторые коммунары и где она находилась, был обстрелян. Вскоре белые подпалили сарай, и коммунары были вынуждены выйти из него, после чего они были схвачены и отведены в лес. В лесу началась казнь коммунаров. Однако один из белогвардейцев отказался стрелять в женщин, стариков и детей. Благодаря его поступку многие из жителей коммуны были спасены [7, с. 5].

После боя белые отобрали у братских коммунаров крупный и мелкий рогатый скот. Утром 6 августа 1921 г. пришла долгожданная помощь. К месту боя прибыли коммунары хутора Шевченко, которые разбили отряд белых и вернули скот [7, с. 3].

После нападения в коммуне начались экономические трудности. Вместе с управленческим кризисом они сделали общину не жизнеспособной. По воспоминаниям Марфы Донцовой, раздел имущества в коммуне начался после того, как Парамон Павлюк перестал быть главой общины. Однако очевидцы событий вспоминали, что коммуна некоторое время еще продолжала существовать. Судя по всему, сначала произошло отстранение от власти ее руководителя, а затем пришло распоряжение о роспуске.

Согласно нормативным актам, которые касались сельскохозяйственных общин, они имели право на самороспуск [1, с. 55–69]. При ликвидации общины создавалась комиссия из представителей общины и представителя местного объединения коммун и заведующего местным подотделом товарищеских хозяйств. Возможно, что в 1923 г. именно по распоряжению такой комиссии коммуна в хуторе Братском была распущена. Но в целом деятельность этой коммуны и причины ее ликвидации нуждаются в последующем исследовании.

В заключении хотелось бы отметить причины, которые повлияли на закат деятельности коммуны. Первой причиной можно назвать невыгодное местоположение Братской коммуны. В отличие от станицы Рязанской, располагающейся на возвышенности, хутор находился в низменности, где единственной природной преградой являлась река Шиш. Собственно, поэтому белые отряды так легко окружили коммуну и захватили ее. Второй причиной можно назвать дефицит вооружения, который повлиял на исход боя 5 августа 1921 года. И наконец, большую роль в ликвидации коммуны сыграло отсутствие лидера, который смог бы объединить все усилия коммунаров для восстановления хозяйства коммуны. В дальнейшем изменившаяся государственная политика в отношении коммун не позволила возродить этот идейный союз трудящихся на хуторе Братском.

Литература:

1. О социалистическом землеустройстве и о мерах перехода к социалистическому земледелию // Собрание узаконений и распоряжений правительства за 1919 г. Управление делами Совнаркома СССР. – М., 1943. – С. 55–69.
2. Гончарова И.В., Чувардин Г.С. Коммуны Центрального Черноземья – от «военного коммунизма» до коллективизации: замысел и реализация // Крестьяноведение. – 2018. – Т. 3. – № 4. – С. 105–122. – DOI : 10.22394/2500-1809-2018-3-4-105-122.
3. Демчик Е.В., Савицкая А.Е. Первые коммуны на Алтае (1917–1927 гг.): хозяйственная деятельность и помощь государства // Историко-экономические исследования. – 2018. – Т. 19. – № 2. – С. 198–221. – DOI : 10.17150/2308-2588.2018.19 (2).198-221.

4. Степанова Л.Г. История государственного управления в России : учебное пособие для студентов направления подготовки бакалавриата 38.03.04 «Государственное и муниципальное управление». – Краснодар, 2015. – 160 с.
5. Степанова Л.Г. История России : практикум для студентов вуза : учебное пособие для студентов вузов всех специальностей и направлений подготовки. – Ростов-на-Дону, 2015. – 284 с.
6. Аверьянов А.В. Иммиграционные коммуны и колхозы на Дону и Кубани в 1920-е гг. // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – 2019. – № 3 (51). – С. 30–37.
7. История коммуны хутора Братского. Материалы собраны и обработаны Мелешенко Николаем. 1967–1968 гг. // Архив МБУ «Библиотека Рязанского сельского поселения Белореченского района».
8. Дегтярев А. И хутор назвали Братский // Сельская жизнь. – 1967. – № 17. – С. 3.

Literature:

1. On Socialist Land Management and Measures of Transition to Socialist Farming // Collection of Government Laws and Orders for 1919, Management of Sovnarkom of the USSR. – М., 1943. – P. 55–69.
2. Goncharova I.V., Chuvardin G.S. Komunyy Central Chernozemye – from «military communism» to collectivization: conception and implementation // Peasant Studies. – 2018. – V. 3. – № 4. – P. 105–122. – DOI : 10.22394/2500-1809-2018-3-4-105-122.
3. Demchik E.V., Savitskaya A.E. The first communes in Altai (1917–1927): economic activity and state assistance // Istoriko-ekonomicheskie issledovaniya. – 2018. – V. 19. – № 2. – P. 198–221. – DOI : 10.17150/2308-2588.2018.19 (2).198-221.
4. Stepanova L.G. History of public administration in Russia : textbook for students of Bachelor's degree direction 38.03.04 «State and municipal administration». – Krasnodar, 2015. – 160 p.
5. Stepanova L.G. History of Russia : a practical guide for university students of all specialties and areas of training. – Rostov-on-Don, 2015. – 284 p.
6. Averyanov A.V. Immigration communes and collective farms in the Don and Kuban in the 1920s // Izvestiya Vuzov. Volga Region. Humanities. – 2019. – № 3 (51). – P. 30–37.
7. History of the commune of the Bratsk farm. Materials collected and processed by Meleshchenko Nikolai. 1967–1968 // Archives of the MBU Library of Ryazan rural settlement of Belorechensk district.
8. Degtyarev A. And the farm was named Bratsk // Rural Life. – 1967. – № 17. – P. 3.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПУСКА
АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS
FOR STARTING ASYNCHRONOUS MOTORS**

Бондарев Михаил Евгеньевич

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

Белоусов Дмитрий Сергеевич

студент кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет.
dimabelousov4g@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 проведено сравнение имеющихся систем пуска асинхронных двигателей. Дана оценка проблем, возникающих при пуске электродвигателя. Каждый из методов используется в зависимости от условий, которые выдвигаются к двигателю согласно технологическому процессу.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, прямой пуск, пуск при пониженном напряжении, короткозамкнутый ротор, механические характеристики.

Bondarev Mikhail Evgenievich

Student of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
harbingeroffail@mail.ru

Belousov Dmitry Sergeevich

Student of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
dimabelousov4g@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 compares the available systems for starting asynchronous motors. An assessment of the problems arising during the start-up of the electric motor is given. Each of the methods is used depending on the conditions that are put forward to the engine according to the technological process.

Keywords: asynchronous motor, direct start, low voltage start, short-circuited rotor, mechanical characteristics.

В настоящее время используются различные способы пуска электродвигателей. Современные энергоэффективные двигатели, имеющие более высокие пусковые токи, заставляют уделять большее внимание способам пуска.

Когда на электродвигатель подается напряжение, возникает скачок тока, который называют пусковым током или током при заторможенном роторе. Пусковой ток обычно превышает номинальный 5–10 раз, но действует кратковременно. После разгона электродвигателя ток падает до минимального. В соответствии с местными нормами и правилами, для того чтобы снизить пусковой ток, используются различные способы пуска. Вместе с этим необходимо принять ряд мер по стабилизации напряжения питания.

Основные требования, которые по возможности должны выполняться при пуске двигателя :

- процесс пуска должен осуществляться без сложных пусковых устройств;
- пусковые токи – по возможности должны быть малыми, а пусковой момент достаточно большим.

Иногда к этим требованиям добавляют и другие, обусловленные особенностями конкретных приводов, в которых используют двигатели : максимального пускового момента, необходимость плавного пуска, и пр. [2].

Прямой пуск

При рассмотрении возможных способов пуска в ход асинхронных двигателей необходимо учитывать следующие основные положения :

- двигатель должен развивать при пуске достаточно большой пусковой момент, который должен быть больше статического момента сопротивления на валу, чтобы ротор двигателя мог прийти во вращение и достичь номинальной скорости вращения;
- величина пускового тока должна быть ограничена таким значением, чтобы не происходило повреждения двигателя и нарушения нормального режима работы сети;
- схема пуска должна быть по возможности простой, а количество и стоимость пусковых устройств – малыми. [2].

Прямой пуск от сети является самым простым, дешёвым и самым распространённым методом пуска. Кроме того, он даёт наименьшее повышение температуры в электродвигателе во время включения по сравнению со всеми другими способами пуска. Если поступающий ток от сети не имеет специальных ограничений, такой метод является наиболее предпочтительным. Электродвигатели, предназначенные для частых пусков/отключений обычно оборудованы системой управления, которая состоит из контактора и устройства защиты от перегрузок (термореле).

Недостатки для электродвигателей небольшой мощности, работающих без частых пусков, необходимо самое простое пусковое оборудование, чаще всего это расцепитель, управляемый вручную. Напряжение подается непосредственно на клеммы электродвигателя. Для небольших электродвигателей пусковой момент будет составлять от 150 % до 300 % от номинального, тогда как пусковой ток будет составлять от 300 % до 800 % от номинального значения или даже выше.

Пуск при пониженном напряжении

Такой пуск применяют для асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором большой мощности, а также для двигателей средней мощности при недостаточно мощных электрических сетях. Понижение напряжения может осуществляться следующими путями :

- переключением обмотки статора с помощью переключателя с нормальной схемы Δ на пусковую схему Y . По окончании процесса пуска и разгона двигателя до номинальной частоты вращения обмотку статора переключают обратно на нормальную схему;
- включением в цепь обмотки статора на период пуска добавочных активных (резисторов) или реактивных (реакторов) сопротивлений;

– подключением двигателя к сети через понижающий автотрансформатор, который может иметь несколько ступеней, переключаемых в процессе пуска соответствующей аппаратурой.

Недостатком указанных методов пуска путем понижения напряжения является значительное уменьшение пускового и максимального моментов двигателя, которые пропорциональны квадрату приложенного напряжения, поэтому их можно использовать только при пуске двигателей без нагрузки [3].

Пуск с помощью реостата в цепи ротора

Данный способ применяют для пуска двигателей с фазным ротором. Пусковой реостат имеет обычно три–шесть ступеней, что позволяет в процессе пуска постепенно уменьшать пусковое сопротивление, поддерживая высокое значение пускового момента двигателя. В конце пуска пусковой реостат полностью выводят контактором, обмотка ротора замыкается накоротко, и двигатель переходит на работу по естественной характеристике. Выключение отдельных ступеней пускового реостата в процессе разгона двигателя может осуществляться вручную или автоматически. Таким образом, посредством реостата, включенного в цепь ротора, можно осуществить пуск двигателя при $M_{п} \approx M_{max}$ и резко уменьшить пусковой ток.

Недостатком данного способа является его относительная сложность и необходимость применения более дорогих двигателей с фазным ротором. Кроме того, указанные двигатели имеют несколько худшие рабочие характеристики, чем двигатели с короткозамкнутым ротором такой же мощности (кривые η и $\cos \varphi_1$ проходят ниже). В связи с этим двигатели с фазным ротором применяют только при тяжелых условиях пуска, когда необходимо развивать максимально возможный пусковой момент.

Различные типы пуска асинхронного двигателя имеют как свои преимущества, так и свои недостатки. Идеальной единой схемы не существует и в каждом отдельном случае, нужно выбирать метод, отталкиваясь от производственных факторов, нужд и финансов. [4]

Литература:

1. Антонов М.В., Герасимова Л.С. Технология производства электрических машин. – М. : Энергоиздат, 1982.
2. Испытание электрических микромашин / Н.В. Астахов, Б.Л. Крайз, Е.М. Лопухина и др. – М. : Энергоиздат, 1984.
3. Кацман М.М., Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических устройств. – М. : Издательство МЭИ, 1979.
4. Проектирование электрических машин / И.П. Копылов, Ф.А. Горяинов, Б.К. Клоков и др. – М. : Профессия, 1980.
5. 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. – Вып. № 1 (45). – С. 108–115.
6. 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.
7. Реле сопротивления. Коробейников Б.А., Коробейников А.Б., Радионов В.М., Захаров Г.А. Патент на полезную модель RU 128408 U1, 20.05.2013. Заявка № 2012152767/07 от 06.12.2012.
8. 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.
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 полного сопротивления. Коробейников Б.А., Коробейников А.Б., Радионов В.М., Захаров Г.А. Патент на полезную модель RU 108888 U1, 27.09.2011. Заявка № 2011113126/07 от 05.04.2011.

12. 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 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.

Literature:

1. Antonov M.V., Gerasimova L.S. Production technology of electrical machines. – М. : Energoizdat, 1982.

2. Testing of the electrical micro-machines / N.V. Astakhov, B.L. Kraiz, E.M. Lopukhina et al. – М. : Energoizdat, 1984.

3. Katsman M.M., Yoferov F.M. Electrical machines of automatic devices. – М. : MPEI Publishing House, 1979.

4. Design of the electrical machines / I.P. Kopylov, F.A. Goryainov, B.K. Klovov et al. – М. : Profession, 1980.

5. 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 // SamSTU Bulletin. Techn. sciences. – 2015. – Vol. 1 (45). – P. 108–115.

6. 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.

7. Resistance relays. Korobeinikov B.A., Korobeinikov A.B., Radionov V.M., Zakharov G.A. Utility model patent RU 128408 U1, 20.05.2013. Application no. 2012152767/07 of 06.12.2012.

8. 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.

9. Development of a remote body of relay protection of electrical 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 [etc.] // Scientific Proceedings of the Kuban State Technological University. – 2019. – № 5. – P. 99–106.

11. Full resistance relay. Korobeinikov B.A., Korobeinikov A.B., Radionov V.M., Zakharov G.A. Utility model patent RU 108888 U1, 27.09.2011. Application № 2011113126/07 from 05.04.2011.

12. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Investigation of the influence of distortion of the input current signal on the work of the remote control based on converters with a rotating magnetic field // In the collection: Technical and Technological Systems. Proceedings of the Seventh International Scientific Conference «TTS–15» / FSBEI VPO «Kuban State Technological University», A.K. Serov Krasnodar Higher Military Aviation School of Pilots; Under general ed. – 2015. – P. 117–120.

**ТЕХНОЛОГИИ РАСПРЕДЕЛЁННОГО РЕЕСТРА: ВОЗМОЖНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ЦИФРОВОМУ ОБРАЗОВАНИЮ**

**BLOCKCHAIN TECHNOLOGIES: THE POSSIBILITIES
OF USING IN THE TRANSITION TO DIGITAL EDUCATION**

Бочарова-Лескина Анна Леонидовна

доцент кафедры прикладной математики
института фундаментальных наук,
Кубанский государственный технологический университет
bocharova.nyura@mail.ru

Лескин Даниил Алексеевич

студент института компьютерных систем и информационной безопасности,
Кубанский государственный технологический университет
green982012@icloud.com

Аннотация. описаны перспективы применения технологий распределённого реестра (блокчейн) в организации рабочего процесса вуза в рамках перехода к цифровому образованию, перечислены преимущества внедрения таких технологий по сравнению с традиционным менеджментом.

Ключевые слова: цифровизация образования, цифровые технологии, технологии распределённого реестра, учебный процесс.

Bocharova-Leskina Anna Leonidovna

Associate Professor of the Department of Applied Mathematics,
Institute of Fundamental Sciences,
Kuban State Technological University
bocharova.nyura@mail.ru

Leskin Daniil Alekseevich

Student of the Institute of Computer Systems and Information Security,
KubanStateTechnologicalUniversity
green982012@icloud.com

Annotation. The article describes the prospects for the use of distributed ledger technologies (blockchain) in the organization of the university's workflow in the framework of the transition to digital education, and lists the advantages of implementing such technologies in comparison with traditional management.

Keywords: digitalization of education, digital technologies, distributed registry technologies, educational process.

В настоящее время основная проблема учреждений образования состоит в том, что их менеджмент «привязан» к бумажным носителям, поскольку сбор и хранение информации на бумажных носителях является довольно трудоёмким процессом [1].

В целях повышения эффективности работы образовательных организаций необходимо внедрять в сферу образования передовые цифровые технологии, в частности, блокчейн – реплицированная распределённая база данных, обеспечивающая неизменяемую, общедоступную запись транзакций [2].

Главная ценность технологии распределённого реестра для сферы образования – это гарантия надёжности и безопасности сбора и хранения информации, содержащей

персональные данные участников образовательного процесса. Поэтому перевод образовательных организаций на блокчейн позволит:

- обеспечить прозрачность и скорость обработки информации в рамках документооборота, невозможность утраты, порчи или подделки документа, поскольку созданный однажды блок уже не может быть подвержен изменению и удалению из сети;
- обеспечить прозрачность финансовых потоков образовательного учреждения, распределение финансов поразличным его структурным подразделениям;
- иметь единый ресурс, где можно было бы найти интересующий образовательный курс, находясь при этом в любой точке мира;
- упростить процесс перезачёта изученных дисциплин при переходе в другое учебное заведение;
- фиксировать в блокчейне информацию об индивидуальных академических, спортивных и прочих достижениях студента;
- выдавать «верифицируемые» цифровые дипломы с использованием технологии блокчейн, защищенные от подделок;
- потенциальному работодателю получить доступ к данным выпускника и подтверждение того, в какой образовательной организации он обучался и какие компетенции приобрёл;
- обеспечить работодателям поиск специалистов, обладающих специфическими навыками;
- иметь базу данных о трудоустройстве выпускников и переходе их на другое место работы, с целью возможности оценивания эффективности работы образовательной организации и корректировки реализуемых образовательных программ;
- снизить нагрузку на преподавателя по ведению истории успеваемости студентов за счёт отказа от бумажных носителей;
- подтверждать и сохранять право авторства профессорско-преподавательского состава на объекты интеллектуальной собственности;
- решить проблемы стратификации научных публикаций по импакт-фактору конкретного издания, индексу цитирования;
- перейти к эпохе цифровых контрактов и безбумажных сделок, что гарантированно приведёт к экономии ресурсов [2, 3].

Фундаментальное изменение системы образования в рамках перехода к цифровой экономике связано с формированием цифровой образовательной среды современного образовательного учреждения. Как следствие, экономическую стабильность и конкурентоспособность на рынке образовательных услуг смогут сохранить только образовательные учреждения с развитой цифровой инфраструктурой. Внедрение новых информационных технологий, в частности, технологии Blockchain, – закономерный и неизбежный процесс, формирующий новые реалии современной действительности. Со временем блокчейн наряду с Интернетом станет инструментом для решения задач повышения качества образования.

Литература:

1. Кузнецова В.П., Бондаренко И.А. Блокчейн как инструмент цифровой экономики в образовании // *Journal of Economic Regulation* (Вопросы регулирования экономики) : электрон. науч. журн. – 2018. – Т. 9. – № 1. – С. 102–109.
2. Дрешер Д. Основы блокчейна : вводный курс для начинающих в 25 небольших главах. – М. : ДМК Пресс, 2018. – 312 с.
3. The Blockchain in Education study has been designed and supported by the European Commission's Joint Research Centre's (JRC) [Электронный ресурс]. – URL : [http : // publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education.pdf) (дата обращения 16.03.2021).

Literature:

1. Kuznetsova V.P., Bondarenko I.A. Blockchain as a tool of the digital economy in education // Journal of Economic Regulation : electron. scientific. zhurn. – 2018. – V. 9. – № 1. – S. 102–109.
2. Drescher D. Basics of blockchain : an introductory course for beginners in 25 small chapters. – M. : DMK Press, 2018. – 312 p.
3. The Blockchain in Education study has been designed and supported by the European Commission's Joint Research Centers (JRC) [Electronic resource]. – URL : http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education.pdf (date of access 03/16/2021).

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ (BIGDATA)
В ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ВУЗА**

**USING OF BIG DATA TECHNOLOGY IN THE ORGANIZATION
OF THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY**

Бочарова-Лескина Анна Леонидовна

доцент кафедры прикладной математики
института фундаментальных наук,
Кубанский государственный технологический университет
bocharova.nyura@mail.ru

Лескин Даниил Алексеевич

студент института компьютерных систем и информационной безопасности,
Кубанский государственный технологический университет
green982012@icloud.com

Аннотация. Описаны возможности применения технологии BigData, позволяющие на основе анализа данных, полученных из различных источников, оценивать эффективность процесса обучения, прогнозировать итог обучения, формировать индивидуальные образовательные траектории, соответствующие личностным качествам обучающихся.

Ключевые слова: технологии Big Data, цифровое образование, высшее образование, массивы данных.

Bocharova-Leskina Anna Leonidovna

Associate Professor of the Department of Applied Mathematics,
Institute of Fundamental Sciences,
Kuban State Technological University
bocharova.nyura@mail.ru

Leskin Daniil Alekseevich

Student of the Institute of Computer Systems and Information Security,
KubanStateTechnologicalUniversity
green982012@icloud.com

Annotation. The article describes the possibilities of using Big Data technology, which makes it possible to evaluate the effectiveness of the learning process, predict the outcome of training, and form individual educational trajectories that correspond to the personal qualities of Students based on the analysis of data obtained from various sources.

Keywords: Big Data technologies, digital education, higher education, data arrays.

Переход вузов к цифровому образованию базируется в частности на следующих информационных аспектах образовательного процесса : личные данные студентов, информация об их успеваемости (посещаемости), успехах в различных конкурсах и соревнованиях; личные данные профессорско-преподавательского состава, информация об их научной, образовательной (административной) деятельности, включающая их собственный образовательный контент – различные текстовые, аудио-, видеоматериалы и т.д. Для хранения, обработки и анализа крупных цифровых архивов и больших информационных потоков требуются специальные технологии, такие, как BigData (Большие данные).

Применение BigData способствует совершенствованию педагогических технологий посредством их постоянной оптимизации. В процессе работы BigData автоматически получает данные об обучающемся и подвергает их анализу. Например, система

фиксирует, где обучающийся чаще всего совершает ошибки, когда отвлекается, какие задания он выполняет быстро, а на какие тратит достаточно много времени. После этого система оформляет отчёт, который является детализированным «портретом» обучающегося; в этом отчёте отражено, сколько времени и на какие действия потратил обучающийся, сколько раз возвращался к одной и той же задаче, верно принял решение или нет и т.д. Кроме того, различные функции BigData позволяют обучающимся на автоматическом уровне получать различные советы или подсказки, если процесс обучения сопряжён с определёнными трудностями. В случае, если с помощью предложенных системой подсказок трудности преодолеть не удаётся, то система оповещает педагога (наставника) о необходимости дополнительной поддержки обучаемого [1]. Таким образом, технологии BigData могут способствовать исключению различных педагогических, научных, исследовательских ошибок и прочих недостатков, зачастую сопровождающих учебный процесс. С поддержкой технологии BigData также можно персонализировать образовательный контент под предпочтения и требования любого обучающегося: обучающийся сможет не только выбирать для себя отдельные курсы для составления собственной программы обучения, но и получать индивидуальное домашнее задание с гарантированной возможностью его проверки ведущими преподавателями и получением от них развёрнутых рецензий, советов и рекомендаций.

Таким образом, при поддержке BigData можно добиться сокращения количества отстающих в группах обучающихся, поскольку система заблаговременно обнаружит тех, кто может оказаться в группе риска, определит область, в которой они испытывают трудности с обучением, и с помощью персонализированных отчётов предоставит информацию педагогам. Педагоги в свою очередь смогут оказать поддержку обучающимся на этапе, вызвавшем трудности [2].

Области применения BigData в образовании образуют широкий спектр : это, в частности, повышение эффективности онлайн-обучения, прогнозирование академических достижений студентов, выявление различий между социальными группами студентов, формирование базы данных событий образовательной платформы и пр. Кроме того, BigData могут использоваться для обсуждения итогов образовательного процесса, создания адаптивных систем электронного обучения, а также для изучения взаимосвязи характеристик успеваемости с факторами прогнозирования успеваемости [3].

Развитие технологий BigData применительно к системе образования в нашей стране находится на начальном этапе, нет доступных и удобных для работы массивов информации. Однако технологии BigData являются перспективным направлением, которое позволит высшему образованию осуществить переход на более высокий уровень, стать продуктом с прогнозируемым итогом.

Литература:

1. Zawacki-Richter O., Latchem C. Exploring four decades of research in computers & education // Computers and Education. – 2018. – № 122. – P. 136–152.
2. Михнев И.П. Обучение и контроль знаний студентов с помощью UniTest // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 1. – С. 94–95.
3. Перспективы использования больших данных в современном образовании. – [Электронный ресурс]. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-bolshih-dannyh-v-sovremennom-obrazovanii>

Literature:

1. Zawacki-Richter O., Latchem C. Exploring four decades of research in computers & education // Computers and Education. – 2018. – № 122. – P. 136–152.
2. Mikhnev I. P. Training and control of Students knowledge with the help of UniTest // Fundamental Research. – 2008. – № 1. – P. 94–95.
3. Prospects for the use of big data in modern education. – [Electronic resource]. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-bolshih-dannyh-v-sovremennom-obrazovanii>

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФИГУРАТОРА
ОПТИМАЛЬНОЙ СБОРКИ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА**

**MATHEMATICAL MODELING OF THE CONFIGURATOR
OF THE OPTIMAL ASSEMBLY OF A PERSONAL COMPUTER**

Булатникова Инга Николаевна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика»
Института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
inkras@yandex.ru

Плахота Кирилл Анатольевич

Студент группы 17-КБ-ИВ1
Института «Компьютерных систем и информационной безопасности»,
Кубанский государственный технологический университет
bacolaslaim@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы математического моделирования конфигуратора оптимальной сборки персонального компьютера для того чтобы избежать неудач при сборке компьютера из комплектующих самостоятельно, и чтобы этот процесс не стал из-за возможных ошибок или случайных поломок по неопытности отрицательным. Созданная математическая модель конфигуратора определяет набор комплектующих, из которых будет состоять ПК.

Ключевые слова: математическое моделирование, конфигуратор, персональный компьютер, сборка.

Bulatnikova Inga Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University»
inkras@yandex.ru

Plakhota Kirill Anatolyevich

Student of group 17-KB-IV1,
Institute of «Computer Systems and Information Security»,
Kuban State Technological University
bacolaslaim@gmail.com

Annotation. The article deals with the issues of mathematical modeling of the configurator of the optimal assembly of a personal computer in order to avoid failures when assembling a computer from components independently, and so that this process does not become negative due to possible errors or accidental breakdowns due to inexperience. The created mathematical model of the configurator determines the set of components that the PC will consist of.

Keywords: mathematical modeling, configurator, personal computer, assembly

Сегодня много людей желают собрать персональный компьютер сами, тем самым сэкономив деньги за счет самостоятельной сборки и выбрав определенные

характеристики, сделав акцент на задачи, для которых этот компьютер будет использоваться. Но прежде чем идти в магазин, им необходимо узнать, какие характеристики комплектующих влияют на общую производительность. Порой определиться с набором комплектующих, из которых будет состоять твой ПК, тяжелее, чем собственноручно собрать системный блок в домашних условиях. В продаже можно найти огромное количество процессоров, материнских плат и видеокарт. Можно долго спорить о том, какой бренд предпочтительнее, а также дискутировать на тему, чья графика быстрее, – главное, чтобы при окончательном выборе конфигурации все железо было полностью совместимо друг с другом. При соблюдении этих правил сборка системного блока мало чем отличается от игры в конструктор, в котором все детали подходят друг к другу. Размеры комплектующих, параметры монтажных отверстий и разъемы – все элементы компьютера строго регламентируются, а потому, например, не может быть такого, чтобы оперативная память стандарта DDR3 вдруг заработала бы на материнской плате со слотами DIMM, предназначенными для установки исключительно DDR4-модулей. Вы просто не сможете установить их в соответствующие разъемы.

Для того чтобы облегчить процесс изучения и принятия решения по оптимальной сборке персонального компьютера нами была разработана математическая модель конфигуратора, ориентированного на поставленную задачу. Созданная модель позволяет помочь спроектировать и реализовать собственный проект персонального компьютера. При этом созданная нами модель позволяет подобрать оптимальные по стоимости и производительности комплектующие для сборки персонального компьютера, которые при этом еще и совместимы.

При формировании математической модели были использованы основные принципы теории принятия решений, в частности многокритериальный метод оценок [1, 2].

Конфигуратор работает с базой данных, которая состоит из таблиц, созданные с помощью СУБД MySQL. Был сделан выбор в сторону этой СУБД, т.к. она более простая в использовании, имеется большое наличие документации, в том числе и на русском языке. Опишем структуру таблиц более подробно. Для каждого комплектующего создана отдельная таблица со своим уникальным ключом, который передается в таблицу с финальной сборкой.

В результате наших исследований была создана программа для ЭВМ «Разработка конфигуратора оптимальной сборки персонального компьютера» в среде Visual Studio на языке программирования C#. Выбор пал именно на этот язык неслучайно. Обладая мощностью (Объектно-ориентированность языка, которому присущи такие свойства как инкапсуляция, полиморфизм и наследование) и имея существенную техническую поддержку, трудностей при разработке возникало очень мало. Сама система описана в WF (windows forms).

В созданной программе спроектированы кнопки переключения. По нажатию на одну из клавиш «Отправить» (в зависимости от способа подбора, который выбрал пользователь) данные отправляются методом POST на страницу результата, на которой происходит взаимосвязь с базой данных, и обработка данных, которые внес пользователь. В данной ситуации есть 2 варианта развития событий :

Пользователь выбрал фирму, которую он предпочитает, и цену, которую считает приемлемой.

Пользователь ответил на вопросы, и подбор будет происходить самостоятельно, исходя из его ответов.

В конце работы программа выдает составленный список ключевых компонентов настольного компьютера в том порядке, в котором их лучше всего выбирать.

Литература:

1. Булатникова И.Н., Карнаухова 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
СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ОФИСОВ**

**MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESS OF SELECTING
NETWORK EQUIPMENT FOR VARIOUS OFFICES**

Булатникова Инга Николаевна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика»
Института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
inkras@yandex.ru

Мадюдя Иван Николаевич

студент группы 17-КБ-ИВ1
Института «Компьютерных систем и информационной безопасности»,
Кубанский государственный технологический университет
TheErikSar@yadnex.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы математического моделирования процесса выбора сетевого оборудования для различных офисов. Построение или модернизация локальной сети предприятия – задача, с которой рано или поздно придется столкнуться, поэтому к выбору сетевого оборудования важно подойти со всей серьезностью. Выбор сетевого оборудования – один из самых ответственных шагов в реализации проекта. При выборе необходимо учитывать множество факторов : уровень стандартизации оборудования и его совместимость с наиболее распространенными программными средствами; скорость передачи информации и возможность ее дальнейшего увеличения.

Ключевые слова: математическое моделирование, сетевое оборудование, архитектура сети.

Bulatnikova Inga Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University»
inkras@yandex.ru

Madyudya Ivan Nikolaevich

Student of group 17-KB-IV1,
Institute of «Computer Systems and Information Security»,
Kuban State Technological University
TheErikSar@yadnex.ru

Annotation. The problems of mathematical modeling of the process of selecting network equipment for various offices are considered. Building or upgrading a local network of an enterprise is a task that you will have to face sooner or later, so it is important to approach the choice of network equipment with all seriousness. The choice of network equipment is one of the most important steps in the implementation of the project. Many factors must be taken into account when choosing : the level of standardization of the equipment and its compatibility with the most common software tools; the speed of information transfer and the possibility of its further increase.

Keywords: mathematical modeling, network equipment, network architecture.

Н а данный момент существует огромный выбор сетевого оборудования под любые задачи и под любой бюджет. И выбор сетевого оборудования бывает очень затруднительным и крайне долгим занятием. Не всегда маленькая компания может позво-

литель иметь в штате специалиста по сетям и сетевому оборудованию который и разработает план сетей и его реализацию, чаще всего используют уже готовые шаблоны по похожим задачам но все равно остается проблема выбора самого оборудования для применения. Обычно директорам не важно какое именно будет установлено оборудование, важно что бы сеть работала на приемлемых мощностях. И чем дешевле будет оборудование, тем лучше. Человеку который занимается устройством офиса, неважно кто это будет – специалист по сетям или старший менеджер. Приходит задание по организации в офисе сети и задаётся общий бюджет, который крайне нежелательно превышать. И сразу встает вопрос, как правильно выбрать подходящее оборудование в сегодняшние реалии.

Поэтому целью нашей работы было разработать такую математическую модель, которая бы позволяла определить модернизацию локальной сети предприятия по оптимальному варианту для определенного офиса с учетом ряда заданных факторов.

Выбор сетевого оборудования по созданной нами математической модели учитывает множество факторов:

- уровень стандартизации оборудования и его совместимость с наиболее распространенными программными средствами;
- скорость передачи информации и возможность ее дальнейшего увеличения;
- метод управления обменом в сети (CSMA/CD, полный дуплекс или маркерный метод);
- разрешенные типы кабеля сети, максимальную его длину, защищенность от помех;
- стоимость и технические характеристики конкретных аппаратных средств (сетевых адаптеров, коммутаторов, маршрутизаторов).

Вначале определяется основные важные характеристики работы сети и заданный бюджет, по которому будет проходить модернизация сети. Разработанная система работает с базой данных (БД), которая содержит перечень выше названных характеристик. Эта база данных может быть отредактирована в любой момент времени. При этом система может произвести выборку оборудования в любой момент. При формировании математической модели системы были использованы основные принципы теории принятия решений, в частности многокритериальный метод оценок [1].

В результате наших исследований была создана программа для ЭВМ «Выбор сетевого оборудования для различных офисов» в среде Visual Studio на языке программирования C#. Выбор пал именно на этот язык неслучайно. Обладая мощностью (объектно-ориентированность языка, которому присущи такие свойства как инкапсуляция, полиморфизм и наследование) и, имея существенную техническую поддержку, трудностей при разработке возникало очень мало. Сама система описана в WF (windows forms).

Заранее продуманная и правильным образом сконфигурированная сетевая инфраструктура позволит в дальнейшем при замене или модернизации оборудования не задумываться о качестве работы информационной сети [2].

Литература:

1. Выбор метода принятия решений в условиях неопределенности / И.Н. Булатникова [и др.] // Сб. лучших научных работ молодых ученых КубГТУ, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар, 2015. – С. 86–88.
2. Bulatnikova I.N., Gershunina N.N. Algorithmic Support of Problems of Electronic Kinematics // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – V. 13 – № 5. – P. 1833–1837.

Literature:

1. The choice of a decision-making method in conditions of uncertainty / I.N. Bulatnikova [et al.] // Collection of the best scientific works of young scientists of KubSTU, awarded at competitions. – Krasnodar, 2015. – P. 86–88.
2. Bulatnikova I.N., Gershunina N.N. Algorithmic Support of Problems of Electronic Kinematics // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2018. – V. 13 – № 5. – P. 1833–1837.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЛОГИСТИКИ РЕСТОРАННОГО БИЗНЕСА**

MATHEMATICAL MODELING OF RESTAURANT BUSINESS LOGISTICS

Булатникова Инга Николаевна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика»
Института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
inkras@yandex.ru

Анисимов Роман Юрьевич

Студент группы 17-КБ-ИВ1
Института «Компьютерных систем и информационной безопасности»,
Кубанский государственный технологический университет
E-mail : 23ro10ma@gmail.com

Аннотация. В статье проводится математическое моделирование логистики ресторанного бизнеса, то есть логистическое моделирование. Логистическое моделирование – это исследование логистических систем и процессов путем построения и изучения их моделей. При этом под логистической моделью понимается любой образ, абстрактный или материальный, логистического процесса или логистической системы, используемый в качестве их заместителя. Основная цель моделирования – прогноз поведения системы – ресторанного бизнеса.

Ключевые слова: математическое моделирование, логистика, управление и планирование в экономике.

Bulatnikova Inga Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University»
inkras@yandex.ru

Anisimov Roman Yurevich

Student of group 17-KB-IV1,
Institute of «Computer Systems and Information Security»,
KubanStateTechnologicalUniversity
23ro10ma@gmail.com

Annotation. The article presents mathematical modeling of restaurant business logistics, i.e. logistics modeling. Logistics modeling is the study of logistics systems and processes by constructing and studying their models. At the same time, a logistics model is understood as any image, abstract or material, of a logistics process or logistics system, used as their substitute. The main purpose of the simulation is to predict the behavior of the system-the restaurant business.

Keywords: mathematical modeling, logistics, management and planning in the economy

Логистика – это наука о планировании, контроле и управлении транспортированием, складированием и другими материальными и нематериальными операциями, совершаемыми в процессе доведения сырья и материалов до производственного предприятия, внутризаводской переработки сырья, материалов и полуфабрикатов, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего, а также передачи, хранения и обработки соответствующей информации.

Итак, логистика отвечает за точное функционирование всех текущих процессов предприятия. В рамках ресторанного бизнеса логистика играет роль обеспечения стабильности доставки и оптимизации расходов по перевозкам, это один из основных инструментов поддержания заведениями своей конкурентоспособности, а в некоторых случаях и выживания в условиях непростого современного рынка, давно уже, казалось бы, достигшего 100 % уровня насыщения.

Проблема оптимизации и хранения продукта на день заключается в том, что излишки продукта приведут к окончанию срока годности, из-за чего происходит списывание просроченного, а недостаток продукта приводит к тому, что появится необходимость в экстренном заказе недостающего продукта для того, чтобы не потерять потенциальных клиентов. Излишки и недостаток являются критериями, которые ведут, непосредственно, к растратам финансов ресторана.

Чтобы снизить расходы, необходимо настроить исправную работу логистических процессов ресторанного бизнеса. В этом и заключается суть работы созданного нами программного обеспечения.

При формировании математической модели нашей системы были использованы основные принципы теории принятия решений, в частности многокритериальный метод оценок [1]. Основная задача разработанной системы это оптимальное планирование объема продуктов на следующий день, учитывая такие критерии, как выходные, праздничные дни и акции на определенные позиции меню. В этом заключается уникальность и актуальность программы.

В результате наших исследований была создана программа для ЭВМ «Организация логистики ресторанного бизнеса» в среде разработки VisualStudio 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 APIWindowsForms на базе фреймворка.NET.

Особенностью программного обеспечения (ПО) является расчет оптимального количества продукта на будущий день. В конце каждого рабочего дня пользователь вносит в ПО данные по остаткам продукта и настраивает ряд определенных критериев на следующий день, которые позволят рассчитать сколько продукта необходимо будет подготовить. Таким образом уменьшается риск списания или недостатка продукта, что позволяет ресторану уменьшать расходы.

Использование разработанного ПО экономит время и денежные ресурсы ресторанного предприятия. Конечно, надо понимать, что процессы в логистических системах носят вероятностный характер и поддаются моделированию только при введении определенного рода допущений. Например, разрабатывая математическую модель товароснабжения ресторана и принимая среднюю скорость движения автомобиля на маршруте, равную 55 км/ч, мы исходим из допущения, что дорожные условия хорошие. В действительности погода может испортиться и, в результате наступившего гололеда или другого коллапса, скорость на маршруте упадет до 25 км/ч, и реальный процесс пойдет иначе [2].

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. Математическая модель движения транспортных потоков по улично-дорожной сети / Н.А. Наумова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Технические науки. – 2009. – № 5 (153). – С. 3–5.

Literature:

1. Bulatnikova I.N., Karnaukhov V.I. Features of the development of a decision-making system in conditions of uncertainty // Collection of the best scientific works of young scientists of KubSTU, awarded at competitions. – Krasnodar, 2017. – P. 50–52.
2. Mathematical model of traffic flows on the road network / N.A. Naumova [et al.] // News of higher educational institutions. The North Caucasus region. Technical sciences. – 2009. – № 5 (153). – P. 3–5

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОГИСТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**MATHEMATICAL MODELING OF LOGISTICS
OF THE FOOD INDUSTRY ENTERPRISE**

Булатникова Инга Николаевна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика»
Института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
inkras@yandex.ru

Калиновский Владислав Андреевич

студент группы 17-КБ-ИВ1
Института «Компьютерных систем и информационной безопасности»,
Кубанский государственный технологический университет
TheErikSar@yadnex.ru

Аннотация. Показана необходимость широкого применения математического моделирования логистики предприятия пищевой промышленности. Приводятся основные принципы моделирования, примеры математических моделей процессов и объектов.

Ключевые слова: математическое моделирование, логистика, предприятие пищевой промышленности, имитационное моделирование.

Bulatnikova Inga Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University»
inkras@yandex.ru

Kalinovsky Vladislav Andreevich

Student of group 17-KB-IV1,
Institute of «Computer Systems and Information Security»,
Kuban State Technological University
TheErikSar@yadnex.ru

Annotation. The necessity of wide application of mathematical modeling of logistics of the food industry enterprise is shown. The basic principles of modeling, examples of mathematical models of processes and objects are given.

Keywords: mathematical modeling, logistics, food industry enterprise, simulation modeling.

Процесс работы предприятия можно представить как множество определенным образом организованных материальных, финансовых и информационных потоков. Моделирование бизнес-процессов предприятия может быть представлено в виде программного комплекса автоматизации синтеза структуры моделей системной динамики. Программный комплекс обеспечивает представление знаний экспертов об объекте моделирования в виде концептуальной модели. Для генерации системно-динамической модели используется технология концептуальных шаблонов. Программа реализует технологию автоматизированного перехода от формальной модели эксперт-

ных знаний к соответствующим имитационным моделям, в частности, к моделям системной динамики [1]. С помощью такого программного комплекса экспертные знания формализуются в виде концептуальной модели, построенной с помощью функционально-целевой технологии. Концептуальная модель реализуется в виде базы знаний древо-видной структуры, состоящей из декларативной и процедурной части.

Далее рассмотрим производство, хранение и сбыт молочной продукции на молкомбинатах. Производственный комплекс цеха включает в себя терминал приемки, цех и склад для хранения готовой продукции. Руководство предприятия хочет использовать моделирование для лучшего понимания взаимодействия количества продаваемой продукции на рынке товаров этого вида с их производством и запасами на складе. Так как, из опыта функционирования предприятий подобного рода известно, что происходят колебания, как в уровне запасов товара, так и в уровне его производства, то руководство предприятия хотело бы промоделировать этот процесс для получения объяснения происходящих процессов. Современные методы управления цепочками поставок должны обеспечить интеграцию процессов производства и реализации заказов в их неразрывной связи и взаимообусловленности, устойчивость и стабильность функционирования системы «производство-сбыт» с получением наибольшего экономического эффекта от ее деятельности. Производственная политика предприятия состоит в увеличении или уменьшении запасов, чтобы иметь оптимальный уровень запасов, который был бы достаточным для удовлетворения ожидаемого в будущем спроса на продукцию. Для надежности на предприятии производственные мощности компании настроены так, что бы за одну неделю можно было выпустить одну шестую часть от разности между оптимальным уровнем запасов и фактическим. При моделировании объемов производства без учета рабочей силы, результаты моделирования являлись бы идеальными, зависящими только от фактического спроса, оптимальных и фактических запасов на складе и временных характеристик переходных процессов. Поэтому в модели учтены элементы, моделирующие рабочую силу, ее производительность, время на набор рабочей силы, время работы специалистов до увольнения. Из опыта работы менеджеры знают, что набор рабочих до полного укомплектования производится в течение 24 недель, среднее время работы на предприятии составляет 50 недель. Период имитационного процесса составил 36 месяцев. Политика определения будущего рыночного спроса следующая. Корректируется 1/8 часть разности между реальным спросом и будущим каждую неделю. Когда ожидания будущего спроса изменяются, то изменяется оптимальный уровень запасов и уровень производства [2]. Построим модель логистических бизнес-процессов с помощью системы PowerSim. Данная система предназначена для решения широкого спектра задач, относящихся в основном к разработке имитационных моделей различного назначения, в том числе, стратегических моделей, прогнозных моделей, бюджетных (финансовых) моделей, моделей сложных производственных систем, вероятностных моделей, оптимизационных моделей и др. Система Powersim поддерживает методы системной динамики, обеспечивая возможность реализации моделей любой степени сложности.

Разрабатываемую имитационную модель можно условно разделить на два взаимосвязанных компонента : процесс закупки и переработки исходного сырья и процесс хранения и реализации готовой продукции. Поставка молока осуществляется в соответствии с истощением количества запасов сырья на складе, а также со спросом конечных потребителей готовой продукции. После приемки и соответствующей переработки сырье используется в производственном цикле, в результате чего оно превращаются в готовую продукцию, а затем поступает на склад. В разработанной имитационной модели предусмотрена возможность варьирования значениями параметров управления запасами сырья на складе, а также возможность выбора различных сценариев реализации готовой продукции с учетом или отсутствием шумовых воздействий [3]. Это позволяет

анализировать различные варианты развития процессов в системе. Сравнивая и оценивая эти варианты, возможно получение полной картины процесса функционирования предприятия.

Литература:

1. Блаж И.Д. Экономико-математическое моделирование в пищевой промышленности. – 1986. – 288 с.
2. Булатникова И.Н., Асмаев М.П., Анишина Н.Н. Алгоритмизация микропроцессорных АСУ ТП в молочной промышленности // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 1995. – № 5–6. – С. 60.
3. Булатникова И.Н., Рудешко Н.А. Программа ABC-анализа ассортимента продукции // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017615657, 19.05.2017. Заявка № 2017612503 от 27.03.2017.

Literature:

1. Blazh I. D. Economic and mathematical modeling in the food industry. – 1986. – 288 s.
2. Bulatnikova I.N., Asmaev M.P., Anishina N.N. Algorithmization of microprocessor automated control systems in the dairy industry // News of higher educational institutions. Food technology. – 1995. – № 5–6. – P. 60.
3. Bulatnikova I.N., Rudeshko N.A. Program of ABC-analysis of the product range // Certificate of registration of the computer program RU 2017615657. 19.05.2017. Application no 2017612503 dated 27.03.2017.

**МОДИФИКАЦИЯ МЕТОДА ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ РЕШЕНИЯ
СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ НЕУСТАНОВИВШЕГОСЯ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА
В ТРУБОПРОВОДЕ**

**MODIFICATION OF THE METHOD OF CHARACTERISTICS
FOR SOLVING THE SYSTEM OF EQUATIONS
FOR UNSTEADY GAS FLOW IN A PIPELINE**

Бунякин Алексей Вадимович

кандидат физико-математических наук, доцент,
Институт нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Рассматривается система уравнений движения сжимаемого идеального газа при постоянстве скорости звука. В основу получения решения положено интегрирование вдоль фазового потока гамильтоновой динамической системы (аналогия с семейством характеристик для квазилинейного уравнения в частных производных). Эта модификация отличается известного метода характеристик, в котором фигурируют два семейства характеристик, вдоль которых постоянны инварианты Римана.

Ключевые слова: неустановившееся течение газа, система для характеристик, уравнения Гамильтона и канонические преобразования.

Bunyakin Alexei Vadimovich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University

Annotation. A system of equations of motion of a compressible ideal gas at a constant speed of sound is considered. The solution is based on integration along the phase flow of a Hamiltonian dynamical system (analogy with the family of characteristics for a quasilinear partial differential equation). This modification is distinguished by the well-known method of characteristics, in which two families of characteristics appear along which the Riemann invariants are constant.

Keywords: unsteady gas flow, system for characteristics, Hamilton equations and canonical transformations.

Предварительные преобразования. Рассмотрим систему уравнений одномерного неустановившегося движения идеального газа (x – пространственная координата, t – время, $V(x, t)$ – скорость течения, $\rho(x, t)$ – плотность газа).

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{a^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} = 0 ; \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + V \frac{\partial \rho}{\partial x} + \rho \frac{\partial V}{\partial x} = 0 .$$

Скорость звука a считается постоянной. После преобразования к инвариантам Римана эта система принимает вид (ρ_0 – константа)

$$U = a \ln \frac{\rho}{\rho_0} ; \quad \frac{\partial}{\partial t} (V \pm U) + (V \pm a) \frac{\partial}{\partial x} (V \pm U) = 0 . \quad (1)$$

Решение системы (1) представляется в виде суммы двух составляющих $V = v + V_0$; $U = u + U_0$, одна из которых удовлетворяет линейной системе уравнений

$$\frac{\partial}{\partial t}(V_0 \pm U_0) \pm a \frac{\partial}{\partial x}(V_0 \pm U_0) = 0, \quad (2)$$

а другая – следующей системе.

$$\frac{\partial(v \pm u)}{\partial t} + (v + V_0 \pm a) \frac{\partial(v \pm u)}{\partial x} + (v + V_0) \frac{\partial}{\partial x}(V_0 \pm U_0) = 0. \quad (3)$$

Уравнения (2) имеют известное решение

$$V_0 = \frac{1}{2}(H_1(x - at) + H_2(x + at)),$$

$$U_0 = \frac{1}{2}(H_1(x - at) - H_2(x + at)).$$

Подбором функций H_1, H_2 (в частях плоскости x, t) можно удовлетворить граничным и начальным условиям для системы (1), тогда соответствующие условия для системы (3) будут нулевыми.

Сделаем замену неизвестных в (3) $h_1 = v + u$; $h_2 = v - u$, при этом $H_1 = V_0 + U_0$; $H_2 = V_0 - U_0$, и соответственно : $V = \frac{h_1 + h_2 + H_1 + H_2}{2}$.

После чего получим, разделив в (3) две группы знаков на два равенства,

$$\frac{\partial h_1}{\partial t} + (V + a) \frac{\partial h_1}{\partial x} + V \frac{\partial H_1}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial h_2}{\partial t} + (V - a) \frac{\partial h_2}{\partial x} + V \frac{\partial H_2}{\partial x} = 0. \quad (4)$$

Введем комплексные переменные $h = h_1 + ih_2$; $H_0 = H_1 + iH_2$, после умножения второго уравнения (4) на мнимую единицу и сложения с первым, приходим к уравнению

$$\frac{\partial h}{\partial t} + V \frac{\partial(h + H_0)}{\partial x} + a \frac{\partial \bar{h}}{\partial x} = 0. \quad (5)$$

Введем комплексный аргумент (черта означает сопряжение) $s = x + iat$

$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial s} + \frac{\partial}{\partial \bar{s}}$; $\frac{\partial}{\partial t} = ia \left(\frac{\partial}{\partial s} - \frac{\partial}{\partial \bar{s}} \right)$, и уравнение (5) можно переписать в виде

$$ia \left(\frac{\partial h}{\partial s} - \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{s}} \right) + V \left(\frac{\partial(h + H_0)}{\partial s} + \frac{\partial(h + H_0)}{\partial \bar{s}} \right) + a \left(\frac{\partial \bar{h}}{\partial s} + \frac{\partial h}{\partial \bar{s}} \right) = 0. \quad (6)$$

Уравнение (6) является следствием системы (7), которая написана ниже, что проверяется непосредственной подстановкой. Штрих здесь и в дальнейшем обозначает производную от функций одной переменной, поэтому $H'_0 = \frac{\partial H_0}{\partial s} + \frac{\partial H_0}{\partial \bar{s}}$, кроме того

вводится $\alpha = \frac{V}{a}$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial s} = \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{s}} = -\frac{\alpha}{2} \left(\frac{H'_1}{\alpha + 1} + H'_2 \right) &= \lambda_1, \\ \frac{\partial \bar{h}}{\partial s} = \frac{\partial h}{\partial \bar{s}} = -\frac{\alpha}{2} \left(\frac{H'_1}{\alpha + 1} - H'_2 \right) &= \lambda_2. \end{aligned} \quad (7)$$

Действительно, уравнение (6) переписывается в следующем виде :

$$i\left(\frac{\partial h}{\partial s} - \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{s}}\right) + \alpha\left(\frac{\partial h}{\partial s} + \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{s}}\right) + \frac{\partial \bar{h}}{\partial s} + \frac{\partial h}{\partial \bar{s}} = -\alpha(H'_1 + iH'_2),$$

а это является следствием уравнений,

$$\frac{\partial h}{\partial s} - \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{s}} = -\alpha H'_2 \quad ; \quad (\alpha + 1)\left(\frac{\partial h}{\partial s} + \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{s}}\right) = -\alpha H'_1 = (\alpha + 1)\left(\frac{\partial \bar{h}}{\partial s} + \frac{\partial h}{\partial \bar{s}}\right),$$

которые, в свою очередь, следуют из системы (7). Логическая последовательность, приводящая к системе (7), изложена в работах [1–6].

Кроме того, $\alpha = \bar{\alpha} = \frac{V}{a} = \frac{1}{4a} (h + H_0 + \bar{h} + \bar{H}_0 - i(h + H_0 - \bar{h} - \bar{H}_0))$;

$$H_0 = H_1 \left(\frac{s + \bar{s}}{2} + i \frac{s - \bar{s}}{2} \right) + iH_2 \left(\frac{s + \bar{s}}{2} - i \frac{s - \bar{s}}{2} \right),$$

а отсюда можно получить следующее :

$$\frac{\partial \alpha}{\partial s} = \frac{1}{4a} ((1+i)(H'_1 + \lambda_2) + (1-i)(H'_2 + \lambda_1)) \quad ; \quad \frac{\partial \alpha}{\partial \bar{s}} = \frac{\partial \bar{\alpha}}{\partial \bar{s}}. \quad (8)$$

Условие же того, что (λ_1, λ_2) есть вектор градиента (совместности для уравнений системы (7)) можно записать в следующем виде

$$\frac{\partial \lambda_1}{\partial \bar{s}} = \frac{\partial \lambda_2}{\partial s}$$

или же :

$$\frac{\partial}{\partial s} \alpha \left(\frac{H'_1}{\alpha + 1} + H'_2 \right) = \frac{\partial}{\partial \bar{s}} \alpha \left(\frac{H'_1}{\alpha + 1} - H'_2 \right). \quad (9)$$

Итак, функции H_1, H_2 зависят от разных аргументов, поэтому два уравнения (9), а их два ввиду (8), после разделения на вещественную и мнимую части, не могут быть выполнены тождественно как функции от вещественной и мнимой частей переменной s . Однако можно найти такое семейства кривых $s(\tau)$, на каждой из которых эти уравнения выполнены, а затем интегрированием уравнения

$$(\quad)' = \frac{d}{d\tau}, \quad h' = s'\lambda_1 + \bar{s}'\lambda_2 \quad (10)$$

вдоль этих кривых можно получить $h(\tau)$ как аддитивную часть решения системы (1).

Иными словами, обеспечение условий (9) и (10) в случае общего положения, для явно заданной функции $h(s, \bar{s})$, невозможно, но можно задать эту функцию иначе, а именно:

– рассмотрим невырожденное семейство кривых, такое, что каждая кривая $s(\tau)$ этого семейства не пересекается с другими (семейство не имеет огибающей в области, где ищется решение);

– вдоль каждой из кривых этого семейства задается функция $h(\tau)$, которая совпадает с аддитивной частью решения системы (1);

– эти функции задаются как решения специальной «расширенной» динамической системы (как интегральные кривые $s(\tau)$ и $h(\tau)$), состоящей из уравнения (10) и его «дополнения» так, чтобы вдоль ее интегральных кривых выполнялось условие (9). Та-

кая «расширенная и дополненная» система (заранее скажем, что она будет иметь гамильтоновой тип) является своеобразным аналогом системы для характеристик уравнения (6), которое лишь по аналогии можно считать «квазилинейным».

Преобразование к гамильтоновой системе суть это – оптимизация по принципу наименьшего действия (по Лагранжу или Гамильтону).

Будем искать $s(\tau)$ как фазовые траектории специальной динамической системы. Обозначим как четырехмерные комплексные вектор-строки (в соответствии с обозначениями в уравнении (10)), следующие выражения, играющие роль обобщенных импульсов и обобщенных координат (размерность искусственно расширена вдвое – удвоена):

$$P(\tau) = (h', \bar{h}', s', \bar{s}') ; \quad Q(\tau) = (s, \bar{s}, h, \bar{h})$$

и рассмотрим следующую систему (четырёхмерную над полем комплексных чисел),

O – нулевая матрица, $(\)' = \frac{d}{d\tau}$, заметив, что из нее следует (10) :

$$\Lambda_0 = \begin{pmatrix} \lambda_1 & \lambda_2 \\ \lambda_2 & \lambda_1 \end{pmatrix} = \Lambda_0^* ; \quad \Lambda = \begin{pmatrix} \Lambda_0 & O \\ O & \Lambda_0^{-1} \end{pmatrix} = \Lambda^* ; \quad P = Q' \Lambda . \quad (11)$$

Сформулируем задачу нахождения траекторий $s(\tau)$ как решение системы уравнений Лагранжа ($\frac{\partial F}{\partial X^*}$ обозначает вектор-строку градиента квадратичной формы

$F = \frac{1}{2} X \Lambda X^*$ от X). Знак (*) обозначает эрмитовое сопряжение матрицы или вектора (то

есть, X – вектор-строка, X^* – комплексно сопряженный вектор-столбец), функция Лагранжа (лагранжиан) :

$$F = \frac{1}{2} Q' \Lambda Q^* ; \quad \left(\frac{\partial F}{\partial Q^*} \right)' - \frac{\partial F}{\partial Q} = 0.$$

После преобразования Лежандра по переменным $Q' \leftrightarrow P$ (ввиду того, что лагранжиан представлен невырожденной квадратичной формой производится чисто алгебраически)

$$F = \frac{1}{2} Q' \Lambda Q^* \leftrightarrow G = \frac{1}{2} P \Lambda^{-1} P^* ; \quad \Lambda_0^{-1} = \frac{1}{\lambda_1^2 - \lambda_2^2} \begin{pmatrix} \lambda_1 & -\lambda_2 \\ -\lambda_2 & \lambda_1 \end{pmatrix}$$

$$P = Q' \Lambda = \frac{\partial F}{\partial Q^*} ; \quad Q' = P \Lambda^{-1} = \frac{\partial G}{\partial P^*} ; \quad F + G = P Q^*$$

из уравнения (3.11) получится система уравнений Гамильтона :

$$P' = -\frac{\partial G}{\partial Q^*} ; \quad Q' = \frac{\partial G}{\partial P^*} . \quad (12)$$

Квадратичная форма лагранжиана не является выпуклой, и как станет ясно далее, это приводит к неоднозначности решения в виде квадратных корней в уравнении (16), однако это не является препятствием для преобразования Лежандра, в данном случае – чисто алгебраического.

Далее применим метод канонических преобразований для этой системы. Так как потенциальная энергия в гамильтониане отсутствует (это является следствием того, что исходная система (1) описывает движение газа по инерции – без действия внешних сил), то канонические преобразования к переменным типа «действие – угол» могут сводиться только к алгебраическим операциям, действительно:

Рассмотрим преобразование координат $(P, Q) \mapsto (\Phi, I)$, E – это единичная матрица, $\frac{\partial \Phi}{\partial P}$ обозначает матрицу Якоби, а $\frac{\partial \Phi^*}{\partial P^*}$ – эрмитово сопряженную к ней.

Наложение следующих условий при $\det A \neq 0$

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial \Phi}{\partial P} & \frac{\partial I}{\partial P} \\ \frac{\partial \Phi}{\partial Q} & \frac{\partial I}{\partial Q} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial P}{\partial \Phi} & \frac{\partial Q}{\partial \Phi} \\ \frac{\partial P}{\partial I} & \frac{\partial Q}{\partial I} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C & D \\ -A & B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B^* & -D^* \\ A^* & C^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E & O \\ O & E \end{pmatrix} \quad (13)$$

равносильно тому, что матрицы B, C, D есть решение системы уравнений

$$\begin{aligned} AD^* + BC^* &= E = DA^* + CB^*, \\ AB^* - BA^* &= O = CD^* - DC^*. \end{aligned}$$

Данное преобразование сохраняет уравнения Гамильтона, и это является одним из определений каноничности преобразований. Другие эквивалентные определения см., например, в книге (Я.В. Татаринов [7], с. 258–260).

Действительно, из (12, 13), поскольку

$$A = \frac{\partial P^*}{\partial I^*} = -\frac{\partial \Phi}{\partial Q}, \quad C = \frac{\partial Q^*}{\partial I^*} = \frac{\partial \Phi}{\partial P} \quad \text{и} \quad B = \frac{\partial P^*}{\partial \Phi^*} = \frac{\partial I}{\partial Q}, \quad D = -\frac{\partial Q^*}{\partial \Phi^*} = \frac{\partial I}{\partial P},$$

имеем

$$\Phi' = P' \frac{\partial \Phi}{\partial P} + Q' \frac{\partial \Phi}{\partial Q} = -\frac{\partial G}{\partial P^*} \frac{\partial P^*}{\partial I^*} - \frac{\partial G}{\partial Q^*} \frac{\partial Q^*}{\partial I^*} = -\frac{\partial H}{\partial I^*},$$

и соответственно

$$I' = P' \frac{\partial I}{\partial P} + Q' \frac{\partial I}{\partial Q} = \frac{\partial G}{\partial P^*} \frac{\partial P^*}{\partial \Phi^*} + \frac{\partial G}{\partial Q^*} \frac{\partial Q^*}{\partial \Phi^*} = \frac{\partial H}{\partial \Phi^*}.$$

Здесь H – это преобразованный гамильтониан. Такое каноническое преобразование имеет производящую функцию S следующего вида:

$$S = R(Q)I^*, \quad P^* = \frac{\partial S}{\partial Q} = \frac{\partial R}{\partial Q} I^*, \quad \Phi = -\frac{\partial S}{\partial I^*} = -R, \quad \text{в соответствии с (13), имеем}$$

$$\frac{\partial P^*}{\partial I^*} = \frac{\partial R}{\partial Q} = -\frac{\partial \Phi}{\partial Q} = A.$$

Отсюда видно, что A – это матрица Якоби для отображения $Q \mapsto R$, и условие преобразования гамильтониана $G = \frac{1}{2} P \Lambda^{-1} P^*$ к каноническому виду $H = \frac{1}{2} I I^*$ является следствием матричного равенства $A^* \Lambda^{-1} A = E$.

Таким образом, A – это матрица преобразования квадратичной формы G к нормальному виду, и она находится алгебраически (с неоднозначностью до умножения справа на ортогональную матрицу).

$$A = \begin{pmatrix} A_0 & O \\ O & (A_0^*)^{-1} \end{pmatrix}; \quad A_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \sqrt{\lambda_1 + \lambda_2} & 0 \\ 0 & \sqrt{\lambda_1 - \lambda_2} \end{pmatrix}.$$

Преобразованная система (12) имеет вид $\Phi' = -I$; $I' = 0$, то есть $\Phi = (\varphi_1, \varphi_2, \varphi_1, \varphi_2)$, $I = (I_1, I_2, I_1, I_2)$ – это переменные типа действие-угол для гамильто-

новой системы (12), размерность которой искусственно увеличена вдвое (система расширена согласно (11)), причем, как будет показано ниже, $I_1 = \bar{I}_1$; $I_2 = -\bar{I}_2$; $\Phi_1 = \bar{\Phi}_1$; $\Phi_2 = -\bar{\Phi}_2$.

Из вида матрицы A , и из (7), получаем

$$A_0 = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 \\ a_1 & -a_2 \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} \frac{\partial \Phi_1}{\partial s} & \frac{\partial \Phi_2}{\partial s} \\ \frac{\partial \Phi_1}{\partial \bar{s}} & \frac{\partial \Phi_2}{\partial \bar{s}} \end{pmatrix}, \quad (14)$$

$$a_1 = \sqrt{\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}} = \bar{a}_1, \quad a_2 = \sqrt{\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}} = \bar{a}_2,$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 = -\frac{\alpha}{\alpha + 1} H'_1, \quad \lambda_1 - \lambda_2 = -\alpha H'_2. \quad (15)$$

Отсюда видно, что условия существования функций Φ_1, Φ_2 , (строки матрицы A представлены их градиентами) могут быть переписаны в виде следующих уравнений

$$\frac{\partial a_1}{\partial s} = \frac{\partial a_1}{\partial \bar{s}}, \quad \frac{\partial a_2}{\partial s} = -\frac{\partial a_2}{\partial \bar{s}}, \quad \text{то же самое, что } \frac{\partial a_1}{\partial \text{Im } s} = \frac{\partial a_2}{\partial \text{Re } s} = 0, \quad \text{или}$$

$$\frac{\partial}{\partial s}(\lambda_1 + \lambda_2) = \frac{\partial}{\partial \bar{s}}(\lambda_1 + \lambda_2), \quad \frac{\partial}{\partial s}(\lambda_1 - \lambda_2) = -\frac{\partial}{\partial \bar{s}}(\lambda_1 - \lambda_2).$$

В итоге получается:

$$\frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{\alpha}{1 + \alpha} H'_1 \right) = \frac{\partial}{\partial \bar{s}} \left(\frac{\alpha}{1 + \alpha} H'_1 \right), \quad \frac{\partial \alpha H'_2}{\partial s} = -\frac{\partial \alpha H'_2}{\partial \bar{s}}. \quad (16)$$

Равенства (16) являются результатом разделения (9) на вещественную и мнимую части.

Итак, явный вид гамильтониана и матрицы A , невырожденной в общем случае, обосновывает существование канонической замены к переменным действие-угол. Специфика полученной гамильтоновой системы состоит в том, что производящая функция S линейно зависит от преобразованных обобщенных импульсов $R(Q) = \frac{\partial S}{\partial I^*} = -\Phi$, а ее

существование равносильно интегрируемости системы. Доказательство относится к курсу гамильтоновой механики, см., например, в книге (В.И. Арнольд [8], с. 226–228). Условия (15) равносильны существованию матрицы Якоби этой функции, а из них следует (9) – это условие совместности для системы (7).

Иными словами, условия совместности (9) являются следствием существования такой канонической замены к переменным действие-угол, то есть – интегрируемости гамильтоновой системы, а сам гамильтониан (инерционного типа – без потенциальной энергии) задает интегральную метрику в пространстве, где траектории полученной динамической системы являются геодезическими линиями (принцип наименьшего действия по Гамильтону, пояснения – см. ниже).

Структура полученной гамильтоновой системы, обусловлена искусственным расширением фазового пространства (11), так из (14), учитывая, что $\Phi' = -I$; $I' = 0$ (где I – это постоянный вектор), получаем систему уравнений, дополняющую (10) до гамильтоновой:

$$\frac{\partial \Phi_1}{\partial s} s' + \frac{\partial \Phi_1}{\partial \bar{s}} \bar{s}' = (s' + \bar{s}') a_1 = 2 \text{Re } s' \sqrt{-\frac{\alpha}{2(\alpha + 1)} H'_1} = I_1 = -\Phi'_1$$

$$\frac{\partial \Phi_2}{\partial s} s' + \frac{\partial \Phi_2}{\partial \bar{s}} \bar{s}' = (s' - \bar{s}') a_2 = 2i \text{Im } s' \sqrt{-\frac{\alpha H'_2}{2}} = I_2 = -\Phi'_2. \quad (17)$$

Система этих двух вещественных уравнения записываются в виде одного комплексного («дополняющего» (10) до гамильтоновой системы) :

$$s' = I_1 \sqrt{-\frac{\alpha+1}{2\alpha H_1'}} + \frac{I_2}{\sqrt{-2\alpha H_2'}}.$$

Интегрирование этого уравнения, в совокупности с (10), вдоль кривой $s(\tau)$, дает решение системы (1) на этой кривой. Вектор I – постоянный при интегрировании этой системы, которая задает геодезический поток в пространстве Q с метрикой лагранжиана $F = \frac{1}{2} Q' \Lambda Q'^*$ (действие по Лагранжу).

Уравнение (17) может быть получено формально иначе, а именно :

$$\begin{aligned} P^* &= AI^* ; \quad P = IA^* = Q' \Lambda ; \quad Q' = IA^* \Lambda^{-1} ; \\ A^* \Lambda^{-1} A &= E ; \quad A^* \Lambda^{-1} = A^{-1} ; \quad Q' = IA^{-1} ; \\ A_0^{-1} &= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} a_1^{-1} & a_1^{-1} \\ a_2^{-1} & -a_2^{-1} \end{pmatrix} ; \quad (s', \bar{s}') = (I_1, I_2) A_0^{-1} . \end{aligned}$$

Это есть та же система (17), но записанная в других обозначениях :

$$s' = \frac{I_1}{2a_1} + \frac{I_2}{2a_2}, \text{ то есть } \operatorname{Re}s' = \frac{I_1}{2a_1(\operatorname{Re}s)} \text{ и } \operatorname{Im}s' = \frac{I_2}{2ia_2(\operatorname{Im}s)}. \quad (18)$$

Из уравнения (10) получается :

$$h' = \left(\frac{I_1}{2a_1} + \frac{I_2}{2a_2} \right) (a_1^2 + a_2^2) + \left(\frac{I_1}{2a_1} - \frac{I_2}{2a_2} \right) (a_1^2 - a_2^2) = I_1 a_1 + I_2 a_2 .$$

Это первый элемент матричного равенства $(h', \bar{h}') = (I_1, I_2) A_0^*$.

Таким образом, полученная гамильтонова система (10) и (17)) имеет следующую структуру :

$$(h', \bar{h}') = (I_1, I_2) A_0^* ; \quad (s', \bar{s}') = (I_1, I_2) A_0^{-1} \text{ или же } P = IA^* .$$

Из вида этой системы ясно, что должны быть выполнены следующие условия, являющиеся следствием искусственного удвоения размерности фазового пространства (11) для гамильтоновой системы (12), тогда $I_1 = \bar{I}_1 ; I_2 = -\bar{I}_2$ и соответственно :

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} Q' P^* &= \frac{1}{2} (s', \bar{s}', h', \bar{h}') \begin{pmatrix} \bar{h}' \\ h' \\ \bar{s}' \\ s' \end{pmatrix} = s' \bar{h}' + \bar{s}' h' = \left(\frac{I_1}{2a_1} + \frac{I_2}{2a_2} \right) (I_1 a_1 - I_2 a_2) + \\ &+ \left(\frac{I_1}{2a_1} - \frac{I_2}{2a_2} \right) (I_1 a_1 + I_2 a_2) = I_1^2 - I_2^2 > 0 . \end{aligned}$$

Отсюда, ввиду трансверсальности фазовых траекторий системы $P = IA^*$ в проекциях на плоскости s и h , следует существование функций $h(s, \bar{s})$ и $s(h, \bar{h})$, а соответственно – существование канонической замены к переменным действие-угол и интегрируемость системы (12), см., например, доказательство теоремы «о выпрямлении» (В.И. Арнольд [9], гл. 4, с. 228).

Нахождение функций $a_1(\text{Re } s)$ и $a_2(\text{Im } s)$, входящих в систему (18), из граничных условий для исходной системы (1).

Из равенств (15) исключением α получается $\lambda_1 + \lambda_2 = -\frac{H'_1}{1 - \frac{H'_2}{\lambda_1 - \lambda_2}}$, а после введения обозначений $\lambda_1 + \lambda_2 = 2a_1^2 = 2\beta f_1(\text{Re } s)$ и $\lambda_1 - \lambda_2 = 2a_2^2 = 2\beta f_2(\text{Im } s)$ соответственно:

$$\beta f_1 = \frac{H'_1 \beta f_2}{H'_2 - 2\beta f_2} \Leftrightarrow f_1 = \frac{f_2 H'_1 / \beta}{H'_2 / \beta - 2f_2}. \quad (19)$$

Это свойство, отражающее своеобразную симметрию системы $P = IA^*$, сводится к равносильности замен,

$$(f_1, f_2) \Leftrightarrow \beta(f_1, f_2) \Leftrightarrow (H'_1, H'_2) \Leftrightarrow \frac{1}{\beta}(H'_1, H'_2)$$

которая приводит к следующей форме выражений для функций:

$$f_1 = \frac{1}{b_{11}H'_1 + b_{12}H'_2}; f_2 = \frac{1}{b_{21}H'_1 + b_{22}H'_2}. \quad (20)$$

Согласно (19), при $\beta = 1$, это дает

$$f_1 = \frac{1}{b_{11}H'_1 + b_{12}H'_2} = \frac{H'_1 f_2}{H'_2 - 2f_2} = \frac{H'_1}{(b_{21}H'_1 + b_{22}H'_2)H'_2 - 2}, \text{ или же:}$$

$$(b_{21}H'_1 + b_{22}H'_2)H'_2 - (b_{11}H'_1 + b_{12}H'_2)H'_1 = 2.$$

Это уравнение (как линейное, с неизвестными b_{11}, b_{12}, b_{22}), будучи переписано в виде $b_{22}(H'_2)^2 - b_{11}(H'_1)^2 + (b_{21} - b_{12})H'_1H'_2 = 2$, имеет решение с произволом в три параметра (p, q, r) – это функции от переменных $(\text{Re } s, \text{Im } s)$:

$$\begin{pmatrix} b_{11} \\ b_{22} \\ b_{21} - b_{12} \end{pmatrix} = \frac{2}{(H'_1 + H'_2)^2} \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & H'_2 \\ H'_1 & 0 \\ -H'_2 & H'_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p \\ q \end{pmatrix}; \quad b_{12} + b_{21} = 2r$$

при этом $b_{12} = r - \frac{b_{21} - b_{12}}{2}$ и $b_{21} = r + \frac{b_{21} - b_{12}}{2}$, тогда из выражений (20) имеем:

$$\frac{1}{f_1} = \frac{-2H'_1}{(H'_1 + H'_2)^2} + H'_1H'_2 q + H'_2 r - \frac{2H'_2}{(H'_1 + H'_2)^2} + \frac{H'_2}{2}(H'_2 p - H'_1 q)$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{2H'_2}{(H'_1 + H'_2)^2} + H'_1H'_2 p + H'_1 r + \frac{2H'_1}{(H'_1 + H'_2)^2} + \frac{H'_1}{2}(H'_1 q - H'_2 p).$$

Это тождественно преобразуется в следующее:

$$\frac{(H'_2)^2}{2} p + \frac{H'_1H'_2}{2} q + H'_2 r = \frac{1}{f_1} + \frac{2}{H'_1 + H'_2}$$

$$\frac{H'_1H'_2}{2} p + \frac{(H'_1)^2}{2} q + H'_1 r = \frac{1}{f_2} - \frac{2}{H'_1 + H'_2}.$$

После исключения произвола (p, q, r) , получается соотношение

$$\frac{1}{H_1' f_2} - \frac{1}{H_2' f_1} = \frac{2}{(H_1' + H_2')} \left(\frac{1}{H_1'} + \frac{1}{H_2'} \right) \text{ или же } \frac{H_2'}{f_2} - \frac{H_1'}{f_1} = 2. \quad (21)$$

После введения обозначений $\operatorname{Re} s = x, \operatorname{Im} s = y = at$, соотношение (21) записывается в виде,

$$\frac{H_2'(x+y)}{f_2(y)} - \frac{H_1'(x-y)}{f_1(x)} = 2$$

из которого можно найти обе функции $f_1 = a_1^2; f_2 = a_2^2$, используя уравнения границ для области решения системы (1). Например, если граничные условия заданы при $x = x_0; y = y_0$, то:

$$\frac{H_2'(x+y_0)}{f_2(y_0)} - \frac{H_1'(x-y_0)}{f_1(x)} = 2 \Leftrightarrow f_1(x) = H_1'(x-y_0) \left(\frac{H_2'(x+y_0)}{f_2(y_0)} - 2 \right)^{-1}$$

$$\frac{H_2'(x_0+y)}{f_2(y)} - \frac{H_1'(x_0-y)}{f_1(x_0)} = 2 \Leftrightarrow f_2(y) = H_2'(x_0+y) \left(\frac{H_1'(x_0-y)}{f_1(x_0)} + 2 \right)^{-1}.$$

Заключение. Представленная модификация широко известного метода характеристик (инвариантов Римана) представляет собой один из способов расширения размерности фазового пространства вдвое – от двух семейств характеристик на плоскости к одному семейству характеристик в четырехмерном пространстве. При этом четырехмерная система для характеристик имеет тип гамильтоновой, а канонические преобразования к переменным типа действие – угол обеспечивают интегрируемость этой системы. Граничные условия для исходной системы (уравнений движения нестационарного одномерного течения сжимаемого газа с постоянной скоростью звука) в виде функций при этом входят в правую часть гамильтоновой системы. Помимо методического интереса, подобное преобразование позволяет подробнее изучить топологическую структуру решения указанной системы, получаемой численно по методу Римана.

Литература:

1. Бунякин А.В. Решение системы уравнений одномерного неустановившегося течения газа вдоль геодезических линий в специальной метрике // Наука Кубани (ISSN 1562-9856). – 2005. – № 4. – С. 8–11.
2. Бунякин А.В. Решение системы уравнений одномерного неустановившегося течения газа вдоль геодезических линий в специальной метрике // Тезисы докладов III Всероссийской конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и механики», посвященной памяти академика А.Ф. Сидорова (Абрау-Дюрсо, 4–10 сентября 2006 г.). – Екатеринбург : УрО РАН, 2006. – С. 26–27.
3. Бунякин А.В. Решение системы уравнений одномерного неустановившегося течения газа вдоль геодезических линий в специальной метрике // Известия вузов Северо-Кавказский регион (тех. науки ISSN 0321-2653). – 2006. – Приложение № 8. – С. 28–38.
4. Бунякин А.В. Решение системы уравнений течения газа вдоль геодезических линий в специальной метрике для уменьшения риска на газопроводах // Экологический вестник научных центров ЧЭС (ISSN 1729-5459). – 2006. – № 3. – С. 39–46.
5. Бунякин А.В. Решение системы уравнений одномерного неустановившегося течения газа вдоль геодезических линий в специальной метрике // Обзорение прикладной и промышленной математики (ISSN 0869-8325). – 2007. – Т. 14. – Выпуск 6. – С. 1093–1094.

6. Бунякин А.В. Решение системы уравнений одномерного неустановившегося течения газа вдоль геодезических линий в специальной метрике для уменьшения риска на газопроводах // ГеоИнжиниринг. – 2008. – № 1 (5). – С. 80–85.

7. Татаринов Я.В. Лекции по классической динамике. – М. : Издательство Московского университета, 1984. – 296 с.

8. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. – М. : Наука, Главная редакция физ.-мат. литературы, 1989. – 472 с.

9. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М. : Наука. Главная редакция физ.-мат. литературы, 1984. – 271 с.

Literature:

1. Bunyakin A.V. Solution of a system of equations of one-dimensional unsteady gas flow along geodesic lines in special metrics // Nauka Kubani (ISSN 1562-9856). – 2005. – № 4. – P. 8–11.

2. Bunyakin A.V. The Solution of the Systems of Equations of One-Dimensional Non-established Gas Flow along Geodesic Lines in Special Metrics // The Theses of Reports of the III All-Russia Conference «Actual Problems of Applied Mathematics and Mechanics» dedicated to the memory of Academician A.F. Sidorov (Abrau-Durso, September 4–10, 2006). – Yekaterinburg : UrO RAS, 2006. – P. 26–27.

3. Bunyakin A.V. Solution of the equations system of one-dimensional unsteady gas flow along geodesic lines in special metrics // Izvestiya vuzov Severo-Kavkazsky region (technical sciences ISSN 0321-2653). – 2006. – Appendix № 8. – P. 28–38.

4. Bunyakin A.V. The solution of gas flow equations system along geodesic lines in special metrics for risk reduction on gas pipelines // Environmental newsletter of scientific centers of BSEC (ISSN 1729-5459). – 2006. – № 3. – P. 39–46.

5. Bunyakin A.V. Solution of a system of equations of one-dimensional unsteady gas flow along geodesic lines in special metrics // Review of Applied and Industrial Mathematics (ISSN 0869-8325). – 2007. – Vol. 14, Issue 6. – P. 1093–1094.

6. Buniakin A.V. Solution of the equations system of one-dimensional unsteady gas flow along the geodesic lines in the special metrics for risk reduction at the gas pipelines // GeoEngineering. – 2008. – № 1 (5). – P. 80–85.

7. Tatarinov Ya.V. Lectures on classic dynamics. – М. : Moscow University Publisher, 1984. – 296 p.

8. Arnold V.I. Mathematical Methods of Classical Mechanics. – М. : Nauka, Main Editorial Office of Physical and Mathematical Literature, 1989. – 472 p.

9. Arnold W.I. The Ordinary Differential Equations. – М. : Nauka. Main Editorial Office for Physical and Mathematical Literature, 1984. – 271 p.

КОНТРОЛЬ ТОЛЩИН СТЕНОК НАДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

MONITORING OF WALL THICKNESSES OF ABOVEGROUND PIPELINES

Величко Евгений Иванович

кандидат технических наук, доцент,
зав. кафедрой «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»,
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
johnbottle@mail.ru

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель
кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Музыкантова Анна Викторовна

старший преподаватель
кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Данная статья освещает вопросы эрозионного износа стенок труб на криволинейных участках, который вызван высокими скоростями твердых частиц, переносимых газом, и в дальнейшем приводит к снижению остаточного ресурса трубопроводов.

Ключевые слова: износ, эрозия, трубопровод, остаточный ресурс, газ.

Velichko Yevgeny Ivanovich

Associate Professor, Department of equipment for oil and gas fields,
head of Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
johnbottle@mail.ru

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Muzykantova Anna Viktorovna

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. This article covers the issues of erosive wear of pipe walls in curved sections, which is caused by high velocities of solid particles carried by gas, and further leads to a decrease in the residual life of pipelines.

Keywords: wear, erosion, pipeline, residual resource, gas.

К контролю толщины стенок допускаются дефектоскописты I уровня квалификации и выше, аттестованные по ультразвуковым методам контроля, и

имеющие допуск Госгортехнадзора к проведению работ на объектах трубопроводного транспорта.

Контролю подлежат:

1. На компрессорных станциях – отводы технологической обвязки нагнетателей ГПА («высокой стороны»), пылеуловителей и АВО газа, входного и выходного шлейфа.
2. На газораспределительных станциях – отводы на площадках ГРС.
3. На подводных переходах – гребенки и компенсаторы.

Контроль за уменьшением толщины стенок на отводах должен производиться регулярно с периодичностью, определяемой скоростью износа стенки, но не реже одного раза в год.

Периодичность контроля может быть обоснована предприятием, исходя из специфики технологии и фактических данных по интенсивности износа стенки конкретного отвода.

Для проведения измерений толщины стенки необходимо выбрать участок на выпуклой стороне отвода, для чего находится опорная точка в месте пересечения стенки отвода с линией, образованной пересечением горизонтальной и вертикальной плоскостей, проходящих через ось трубопровода. Контролируемый участок на отводе представляет собой круг с радиусом 20 мм и центром в опорной точке. Определение зоны максимального износа стенки производится путем сравнения результатов измерений в опорной точке и четырех точках, расположенных попарно слева-справа и сверху-снизу относительно опорной точки на расстоянии 20 мм.

В каждой точке следует регистрировать показания толщины стенок не менее трех раз и полученные абсолютные значения вносить в «Акт об измерениях толщины стенок отводов».

Литература:

1. Величко Е.И., Иноземцев Д.А. Роль параметрической диагностики в общей системе определения текущего технического состояния газоперекачивающих агрегатов // В сборнике : Проблемы геологии, разработки и эксплуатации месторождений и транспорта трудноизвлекаемых запасов углеводородов. Материалы всероссийской научно-технической конференции (с международным участием). – 2021. – С. 238–241.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. 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. 052080.

7. Расчет диагностического параметра вибраций для оценки технического состояния подшипников скольжения ГТУ / М.А. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – № 6 (59). – С. 63–66.

8. Совершенствование элементов технологической оснастки обсадных колонн и опыт их применения при цементировании скважин / А.Е. Нижник [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 5. – С. 64–70.

9. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возникновение отказов энергетического оборудования нефтегазовой отрасли в зависимости от периода его эксплуатации // В сборнике : Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 23–28.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical state of gas compressor units // In the collection: Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves. Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas-oil-transport systems // Referatotech : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosing by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House–Yug, 2020. – V. 2. – P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Velichko E. I., Muzykantova A. V., Inozemtsev D. A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

7. Calculation of the diagnostic parameter of vibrations to assess the technical condition of the GTU sliding bearings / М.А. Абессоло [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2017. – № 6 (59). – P. 63–66.

8. Improvement of elements of technological rigging of casing and experience of their use in cementing wells / А.Е. Nizhnik [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2017. – № 5. – P. 64–70.

9. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Occurrence of failures of power equipment of oil and gas industry depending on the period of its operation // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th Anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 23–28.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

FEATURES OF OPERATION OF PRODUCING WELLS IN WESTERN SIBERIA

Владимиров Антон Владимирович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Ante1922@icloud.com

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

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 приводится анализ отказов добывающих скважин в Западной Сибири. Опираясь на статистику, приведенную в данной публикации, можно сделать вывод, что большая часть проблем, которая возникает при работе скважин, связана с эксплуатационными отказами, включающими в себя, в основном, коррозию НКТ и элементов подвески, негерметичного лифта НКТ и т.д. Информация об основных осложнениях в ходе эксплуатации скважин Западной Сибири, изложенная в приведенной статье, является актуальной, так как описывает важнейшие проблемы, которые нужно учитывать при устранении или борьбе с осложнениями.

Ключевые слова: НКТ, эксплуатация скважины, коррозия, эксплуатационные отказы, не комиссионные ошибки, брак комплектации, механические повреждения, организационные причины, коррозия УЭЦН.

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

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

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 provides an analysis of production wells failures in Western Siberia. Based on the statistics provided in this publication, we can conclude that most of the problems that arise during well operation are associated with operational failures, which mainly include corrosion of tubing and hanger elements, leaky tubing lift, etc. The information on the main complications during the operation of wells in Western Siberia, set out in the above article, is relevant, since it describes the most important problems that need to be considered when eliminating or combating complications.

Keywords: oil-well tubing, well operation, corrosion, operational failures, noncommittal errors, assembly defects, mechanical damage, organizational reasons, ESP corrosion.

В настоящий момент в Западной Сибири существует тенденция роста доли трудноизвлекаемых запасов.

Доля нефти, которую можно было добыть без применения современных методик, сокращается, растет доля трудноизвлекаемых запасов. Происходит переход к разработке более глубоких пластов- юрских и палеозойских отложений.

При этом их разработка зачастую сопровождается рядом проблем при эксплуатации добывающих скважин.

По результатам анализа отказов за 2015 год (табл. 1) по Западной Сибири, по юрским отложениям, основная доля нарушений была связана с эксплуатационным отказом (38,5 %), отказы, которые были обусловлены, в основном, коррозией НКТ и элементов подвески (15,4 %), негерметичностью лифта НКТ (15,4 %) и механическими повреждениями кабельной линии (7,7 %). Такая же величина отказов (38,4 %) была связана с не комиссионными отказами, свидетельствующих о наработке на отказ оборудования свыше гарантированного срока. Остальные нарушения приходятся на ремонтные отказы (15,4 %) и организационные причины (7,7 %) УДНГ.

По пласту М1 результатом исследований отказов за 2014 год было выявлено, что половина всех отказов - эксплуатационные (табл. 2), связанные с « полетами» НКТ и механическими повреждениями кабеля (по 16,7 % соотв.), а также коррозией УЭЦН и влиянием газа (по 8,3 % соотв.). Остальные отказы являются не комиссионными (33,3 %), а также организационными (16,7 %)

Таблица 1 – Причины отказов оборудования по данным анализа (пласт Ю11)

Вид отказа	Доля, %
Эксплуатационные отказы	38,5
Коррозия НКТ и элементов подвески	15,4
Механические повреждения кабельной линии	7,7
Негерметичность лифта НКТ	15,4
Ремонтные отказы	15,4
Брак ремонта (изготовления) кабельной линии	7,7
Брак ремонта гидрозащиты	7,7
Организационные причины	7,7
Брак комплектации	7,7
Не комиссионные	38,4

Таблица 2 – Причины отказов оборудования по данным расследования по пласту М1

Вид отказа	Количество, ед.	Доля, %
Эксплуатационные отказы	6	50,0
Полет НКТ	2	16,7
Механические повреждения кабеля	2	16,7
Коррозия УЭЦН	1	8,3
Влияние газа	1	8,3
Организационные причины	2	16,7
Брак комплектации	1	8,3
Организационные причины ЭПУС	1	8,3
Не комиссионные	4	33,3

Учитывая накопленный опыт разработки месторождений Западной Сибири и последующий глубокий анализ отказов, можно выделить следующие основные осложнения, происходящие при эксплуатации добывающих скважин:

- снижение продуктивности скважин;
- повышенный газовый фактор;
- коррозионный износ подземного и наземного оборудования;
- отложения солей в трубопроводах;
- повышенное содержание механических примесей;
- сверхнормативная кривизна скважин;
- асфальтосмолопарафиновые отложения.

При эксплуатации скважин необходимо предусмотреть меры по устранению или снижению риска возникновения вышеперечисленных осложнений.

Литература:

1. Батыров М.И., Березовский Д.А., Савенок О.В. Разработка технологических решений на завершающей стадии эксплуатации газовых месторождений Краснодарского края // Сборник тезисов 68-ой Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2014» (14–16 апреля 2014 года, г. Москва). Секция 2 Разработка нефтяных и газовых месторождений. Бурение скважин. – М. : РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2014. – С. 20.

2. Батыров М.И., Березовский Д.А., Савенок О.В. Разработка метода прогнозирования состояния пород-коллекторов газовых месторождений на завершающей стадии на основе методов междисциплинарного моделирования // Сборник научных трудов I

Всероссийской молодежной научно-технической конференции нефтегазовой отрасли «Молодая нефть». Секция «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений» (17–19 мая 2014 года, г. Красноярск). – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. – URL : [http : //conf.sfu-kras.ru/sites/oil2014/PDF/1/12.pdf](http://conf.sfu-kras.ru/sites/oil2014/PDF/1/12.pdf)

3. Березовский Д.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В. Предпосылки и задачи моделирования горных пород с точки зрения установления условий наступления факторов осложнения добычи // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 27–33.

4. 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.

5. Разработка физико-химических моделей и методов прогнозирования состояния пород-коллекторов / Д.А. Березовский [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 9. – С. 84–86.

6. Технологии и принципы разработки многопластовых месторождений / Д.А. Березовский [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2017. – № 1. – С. 33–50.

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., 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., 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. Batyrov M.I., Berezovsky D.A., Savenok O.V. Development of technological solutions at the final stage of exploitation of gas fields of Krasnodar region // Collection of abstracts of the 68th International Youth Scientific Conference «Oil and Gas – 2014». (April 14–16, 2014, Moscow). Section 2 Development of oil and gas fields. Drilling of wells. – Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2014. – P. 20.

2. Batyrov M.I., Berezovsky D.A., Savenok O.V. Development of a method for predicting the state of reservoir rocks of gas fields at the final stage on the basis of interdisciplinary modeling methods // Collection of scientific papers of the I All-Russian Youth Scientific and Technical Conference of Oil and Gas Industry «Young Oil». Section «Geology, geophysics and development of oil and gas fields» (May 17–9, 2014, Krasnoyarsk). – Krasnoyarsk : Siberian Federal University, 2014. – URL : [http : //conf.sfu-kras.ru/sites/oil2014/PDF/1/12.pdf](http://conf.sfu-kras.ru/sites/oil2014/PDF/1/12.pdf)

3. Berezovsky D.A., Lavrent'ev A.V., Savenok O.V. Prerequisites and tasks of rock modeling in terms of establishing the conditions for the onset of mining complication factors // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskij Vestnik). – 2014. – № 2. – P. 27–33.

4. Berezovskiy D.A., Savenok O.V. Analysis of complications during the operation of gas fields at the final stage and the development of a method for predicting the state of reservoir rocks on the basis of interdisciplinary modeling methods // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2014. – № 1. – P. 26–34.

5. Development of physical and chemical models and methods of forecasting the state of reservoir rocks / D.A. Berezovsky [et al.] // Oil industry. – 2014. – № 9. – P. 84–86.

6. Technologies and principles of development of multilayer fields / D.A. Berezovskiy [et al.] // Nauka. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy vestnik). – 2017. – № 1. – P. 33–50.
7. Gutsu A.S., Shiyan S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of Lebedinsky gas field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
8. Sukhin A.A., Shiyan S. I. Analysis of methods to combat hydrates in the Astrakhan gas condensate field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
9. Shiyan S.I., Skiba A.S. Technology of reservoir pressure maintenance system regulation in the Abino-Ukrainian field // Nauka. Technique. Tekhnologii (Polytechnical Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
10. Shiyan 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.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОТРУЙНОГО МЕТОДА ДОБЫЧИ НЕФТИ

IMPROVING THE HYDROJET METHOD OF OIL PRODUCTION

Гаргат Василий Михайлович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
gargat00@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Тихонов Егор Викторович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Tigr-1299@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

Кусова Лизавета Геннадиевна

ученица 11А класса,
МБОУ лицей № 4 г. Краснодара
kusovalisa@gmail.com

Аннотация. Для реализации задач повышения энергоэффективности добычи нефти с помощью гидроструйного способа эксплуатации скважин были разработаны методика и программа подбора и анализа оборудования для совершенствования системы добычи нефти и достижения наивысшего КПД при гидроструйном способе эксплуатации скважин применительно к Талинскому месторождению.

Ключевые слова: струйный насос, коэффициент инжекции, гидроструйная скважина, режим работы струйного насоса, гидроструйная эксплуатация скважины.

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

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences
Associate Professor of Oil and gas field equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

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

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

Kusova Lizaveta Genadiyevna

pupil of 11A class,
 lyceum № 4 of Krasnodar
 kusovalisa@gmail.com

Annotation. To implement the tasks of improving the energy efficiency of oil production using the hydrojet method of well operation, the Gubkin Russian State University of Oil and Gas developed a methodology and a program for selecting and analyzing equipment to improve the oil production system and achieve the highest efficiency with the hydrojet method of well operation in relation to the Talinsky field.

Keywords: jet pump, injection ratio, hydraulic jet well, jet pump operating mode, hydrojet drilling of a well.

П одбор оборудования для совершенствования системы добычи нефти
 Струйный насос обладает наибольшей эффективностью при работе с коэффициентом инжекции U (отношением расхода откачиваемой насосом продукции к расходу рабочей жидкости), равным 1.

Осуществляя цикл последовательных повторений по коэффициенту инжекции в сторону его уменьшения, согласно методике проводится поиск верхней границы рабочей области, в которой существуют режимы работы струйного насоса, удовлетворяющие заданным условиям и ограничениям.

Исходные данные для подбора струйного насоса

Исходные данные о планируемом технологическом режиме:

Дебит скважины, м ³ /сут.	15
Давление, МПа:	
на забое скважины	12,0
в выкидной линии скважины	1,40
в затрубном пространстве скважины	1,43
максимальное давление закачки	16,3
насыщения при температуре пласта	15,0
Конструкция скважины:	
Диаметр, мм:	
внутренний ЭК	146
внутренний внешней колонны НКТ	76
внешний внутренней колонны НКТ	48
внутренний внутренней колонны НКТ	40
Расстояние по вертикали от устья скважины	
до верхних отверстий фильтра ЭК, мм	2664
Физико-химические свойства:	
Плотность, кг/м ³ :	
нефти при СУ	815
воды при СУ	1014
попутного газа при СУ	1,228

Вязкость, мПа·с: нефти при СУ	4
воды при СУ	1
Объемная обводненность продукции при СУ, %	30
Газосодержание (газонасыщенность), м ³ /м ³	186
Исходные данные о ГСН:	
Глубина спуска СН по вертикали, м	2316
Объемная обводненность рабочей жидкости, %	99,9

При объеме закачки рабочей жидкости 40,75 м³/сут и давлении закачки (на выходе из технологического блока) 11,41 МПа, как показывают расчеты, КПД струйного насоса составит 28,5 %. Данный расчет указывает на то, что невозможно вести максимально эффективную добычу. Проведение цикла повторений позволило определить, что решения для заданных условий существуют при коэффициенте инжекции [0; 0,57], при этом наиболее энергоэффективным является режим, соответствующий верхней границе диапазона (рис. 1).

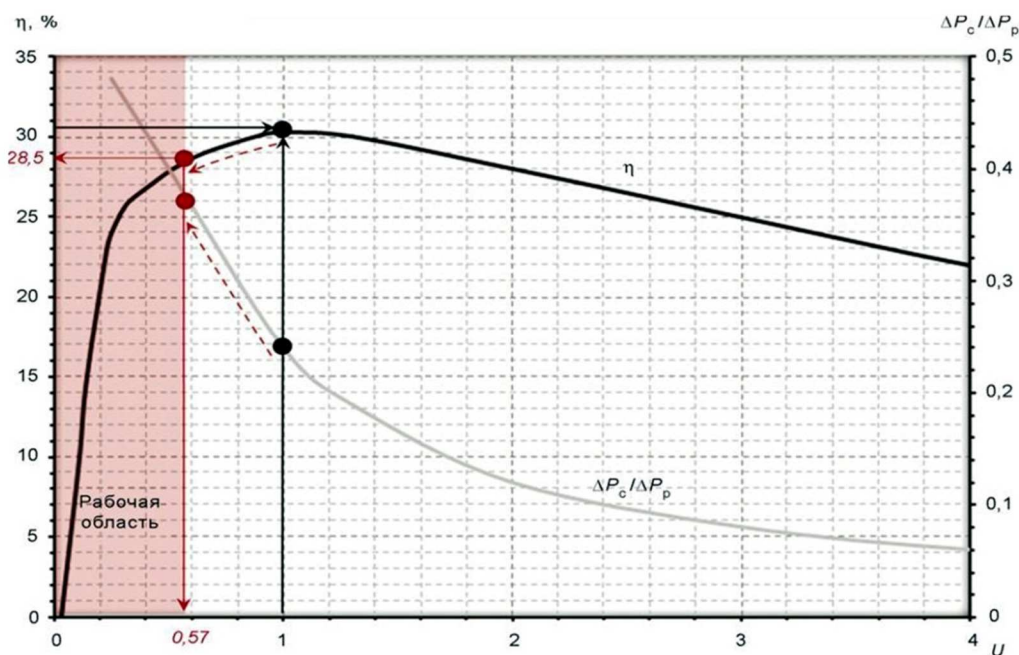


Рисунок 1 – Зависимость $\Delta P_c/\Delta P_p$ и η от коэффициента инжекции струйного насоса: ● – режим, соответствующий максимальному КПД; ● – искомый режим; → – направления цикла итераций по коэффициенту инжекции и безразмерному перепаду давлений

$\Delta P_c / \Delta P_p$ – безразмерный перепад давлений, характеризующий напорность струйного насоса; $\Delta P_c = P_c - P_{pr}$;

$$\Delta P_p = P_p - P_{pr},$$

где P_c – давление на выходе из струйного насоса; P_{pr} – давление в приемной камере струйного насоса; P_p – давление перед соплом струйного насоса; η – КПД струйного насоса, %; U – коэффициент инжекции

Результаты подбора струйного насоса

Объем закачки, м ³ /сут.	40,75
Давление закачки, МПа	11,41
Диаметр сопла, мм	1,7
Диаметр камеры смешения, мм	2,7
Давление, МПа:	
перед рабочим соплом СН	34,32
в приемной камере СН	9,46
на выходе из СН	18,5

Достижимый относительный перепад	0,364
Коэффициент инжекции	0,57
Кавитационный коэффициент инжекции	0,57
КПД, %	28,5

Основным направлением поиска решения является нахождение энергоэффективного режима в заданных условиях. Завершающий этап методики подбора оборудования – расчет режима работы силовой части и определение требуемых характеристик насоса шурфовой скважины (подача, напор и полезная мощность) для осуществления гидроструйной эксплуатации куста скважин. В качестве исходных данных для расчета используется информация об имеющихся гидроструйных скважинах, необходимом для их работы расходе и напоре рабочей жидкости, о системе сбора и распределения, характеристики технологического блока и конструкция шурфовой скважины.

Разработанная методика дает возможность спроектировать новую систему или модернизировать существующую. На основе данной методики была создана компьютерная программа по подбору оборудования применительно к Талинскому месторождению. Проектируя новую систему, необходимо задавать определенный набор исходных данных и существующих ограничений в условиях действующей инфраструктуры (ограничения по давлению закачки). Каждому ограничению программа предлагает вариант, обладающий тем или иным показателем эффективности.

В рассмотренном примере достигнут КПД, который составляет 94,2 % от максимально возможного. Важнейшей задачей является достижение наилучшего баланса между затратами энергии силовой частью и эффективностью работы струйной техники. Данная задача решается путем совместного использования программы подбора струйного насоса и ее модуля по расчету режима работы силовой части.

Методика и программа позволяют осуществить подбор наиболее энергоэффективного оборудования для гидроструйной эксплуатации куста скважин, включая силовую часть, и оценить энергоэффективность работы всей системы. Выявленные многочисленные проблемы с достоверностью показаний системы замера, не позволяющие однозначно определять режим работы оборудования для гидроструйной эксплуатации скважин, создали предпосылки для разработки методики анализа работы оборудования. Данная методика обеспечила возможность расчетным путем получать замеренные с большой погрешностью значения и определять фактический режим работы струйного насоса и силовой части. Также на основе методики разработана программа анализа оборудования для оптимизации системы добычи нефти и достижения наивысшего КПД при гидроструйном способе эксплуатации скважин применительно к Талинскому месторождению.

При анализе работающей системы используется фактический режим работы скважины, определяется режим работы струйного насоса на заданной глубине установки. Затем фактический режим наносится на теоретическую характеристику струйного насоса и определяется КПД аппарата при его работе на данном режиме. Недостоверность показаний системы замера не всегда позволяет осуществить качественный анализ и получить результаты. При помощи программы можно оценить источник ошибки и вывести предупреждающее сообщение, что позволяет провести полный анализ скважины и сравнить расчетные показатели работы системы с альтернативными вариантами. Альтернативный вариант рассматривается с помощью методики подбора.

На рисунке 2 представлен пример расчета альтернативного варианта для одной из скважин Талинского месторождения. В данном примере дебит скважины составляет 30,5 м³/сут. Альтернативный вариант позволяет увеличить КПД с 24,2 до 30,3 %. При этом объем закачки сокращается более чем в 2 раза – с 68,3 до 30,6 м³/сут, а давление закачки уменьшается с 16,3 до 12,1 МПа. Такое изменение режима работы силовой части приводит к сокращению потребляемой мощности более чем в 3 раза. Из вышеизложенного можно сделать выводы о том, что данные программы подбора и анализа обо-

рудования для совершенствования системы добычи нефти и достижения наивысшего КПД при гидроструйном способе эксплуатации скважин применительно к Талинскому месторождению позволяют:

- осуществлять подбор наиболее энергоэффективного оборудования;
- усовершенствовать существующую систему гидроструйной эксплуатации;
- проводить анализ работы скважин, оборудованных гидроструйными насосами;
- анализировать источник ошибки при замерах технологических параметров на кусте скважин, оборудованных гидроструйными насосами;
- оценивать энергоэффективность работы существующего оборудования для гидроструйной эксплуатации и проводить поиск альтернативного варианта, позволяющего сократить энергопотребление.

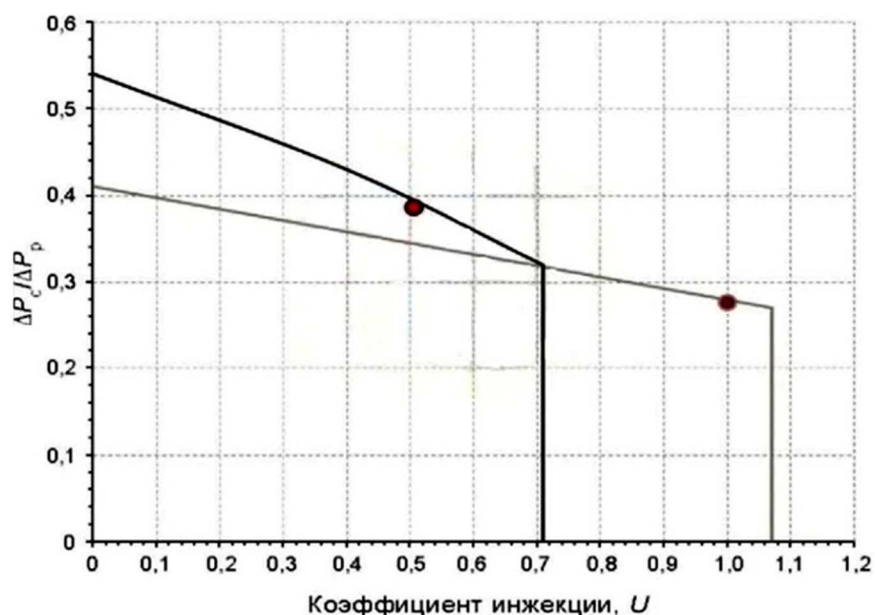


Рисунок 2 – Пример расчета альтернативного варианта: — фактическая характеристика работы СН ($d_c = 2,3$ мм; $d_{кс} = 3,5$ мм); — характеристика работы СН для альтернативного варианта ($d_c = 1,5$ мм; $d_{кс} = 2,7$ мм); ● – фактический режим работы СН; ● – работы СН для альтернативного варианта

Программы приняты к внедрению на Талинском месторождении в 2013 г. Преимущества и недостатки установки гидроструйных насосов Установки гидроструйных насосов по сравнению с другими способами эксплуатации имеют значительные преимущества:

- простая конструкция и компактность оборудования (позволяет вести длительную эксплуатацию без подъема подземного оборудования, а это в свою очередь предотвращает снижение коэффициента продуктивности ПЗП);
- отсутствие кабеля, насосных штанг, движущихся частей;
- большой межремонтный период работ, высокая надежность (безремонтный период эксплуатации сокращает затраты на подземные ремонты, сокращает простой до минимума, что позволяет получить дополнительную абсолютную добычу);
- простое регулирование отбора продукции скважины;
- не требуется подземный ремонт при замене насоса
- реагенты можно подавать в скважину вместе с рабочей жидкостью;
- без подъема скважинного оборудования осуществлять доступ на забой
- можно создавать депрессии на пласт, которые требуются;
- в скважине можно проводить гидродинамические исследования;
- имеется возможность изменять режим работы скважины в скважине;
- за счет применения различных насадок и камер смешения в струйных насосах;

- возможно, эксплуатировать с любым профилем наклонно- направленной скважины;
- производить добычу нефти из скважин, дебит которых менее 10 м³/сут.;
- при дебитах до 150 м³/сут на подъем жидкости минимальные затраты;
- производить добычу нефти в осложненных условиях (нестабильный приток жидкости из пласта, высокий газовый фактор, высокая температура, высокое давление насыщения нефти газом, большая вязкость откачиваемой продукции, большая глубина, низкая проницаемость коллектора, высокое содержание песка, большая кривизна скважины).

Средний показатель наработки на отказ гидроструйной насосной установки превышает аналогичный показатель УЭЦН в три раза.

Есть и отрицательные стороны при применении гидроструйных насосов:

- низкий КПД (не более 30 %), однако он соизмерим с КПД УЭЦН и УСШН при добыче скважинной продукции с малыми дебитами (до 20 м³/сут.);
- цена оборудования высокая (в 2,2 раза дороже, чем ШСНУ, и в 1,5, чем УЭЦН, при прочих равных условиях);
- для обслуживания требуются специалисты высокой квалификации.

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., Иолчуев А.М. Предупреждение и ликвидация отложений солей при добыче нефти на Ключевом месторождении // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2018. – № 4. – С. 27–52.
4. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.
5. Савенок О.В., Качмар Ю.Д., Яремийчук Р.С. Нефтегазовая инженерия при освоении скважин. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 548 с.
6. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.
7. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.
8. 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.
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.
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., 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.

Literature:

1. Ecology in the construction of oil and gas wells: a textbook for university students / A.I. Bulatov [and others]. – Krasnodar : LLC «Prosveshchenie – Yug», 2011. – 603 p.
2. 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.
3. Omelchenko N.N., Savenok O.V., Iolchuev A.M. Prevention and elimination of salt deposits during oil production in the Klyuchevoe field // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 27–52.
4. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.] – Novochoerkassk : Publishing house «Lik», 2018. – 292 p.
5. Savenok O.V., Kachmar Y.D., Yaremiichuk R.S. Oil and gas engineering in well development. – M. : Infra-engineering, 2019. – 548 p.
6. Gutsu A.S., Shiyan S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of Lebedinsky gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
7. Sukhin A.A., Shiyan S.I. Analysis of methods of hydrates control at Astrakhanskoye gas condensate field // Bulatov's readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
8. Technique and technology of restoration of productivity of the well № 1273 of Urengoykoe field by sidetracking / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
9. Shiyan S.I., Skiba A.S. Technology of reservoir pressure maintenance system regulation at the Abino-Ukrainian field // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
10. Shiyan 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. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 289–299.
11. Shiyan 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.
12. Shiyan S.I., Omelchenko N.N. Re-engineering options for reconstruction of production facilities of the system of gathering, transportation and treatment of oil, gas and water at Ivanovskoe field // Engineer-oilman. – 2020. – № 3. – P. 34–42.

ПАТРИОТИЧЕСКИЕ КАМПАНИИ В ГОДЫ ПЕРВОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ

PATRIOTIC CAMPAIGNS DURING THE FIRST WORLD WAR

Головко А.В.

студент 4 курса направления подготовки 46.03.01 История факультета истории, социологии и международных отношений,
Кубанский государственный университет

Аннотация. В статье анализируются патриотические кампании, развернувшие в российском обществе после начала Первой мировой войны. Патриотический подъем отодвинул на задний план имевшиеся разногласия по политическим и экономическим вопросам. В начальный период войны патриотические чувства поддерживали успехи в мобилизации русской армии, однако неудачи на фронте привели к более взвешенным позициям и сомнениям в конечном итоге войны.

Ключевые слова: Российская империя, Первая мировая война, патриотические кампании, политические партии, общественное мнение.

Golovko A.V.

4th year student of the specialty 46.03.01 History, Faculty of History,
Sociology and International Relations,
Kuban State University

Annotation. The article analyzes the patriotic campaigns launched in the Russian society after the beginning of the First World War. The patriotic upsurge pushed into the background the existing differences on political and economic issues. In the initial period of the war, patriotic feelings supported the success in mobilizing the Russian army, but the failures at the front led to more balanced positions and doubts about the final outcome of the war.

Keywords: The Russian Empire, the First World War, patriotic campaigns, political parties, public opinion.

Вступление России в Первую мировую первоначально вызвало воодушевление среди российского общества. На время были забыты социальные, политические и экономические проблемы, которые приводили к росту социальной напряженности в обществе [1, с. 74–76]. Патриотический подъем охватил самые широкие слои населения. Забастовочное движение, набиравшее силу с 1914 г., начало идти на убыль, стачки практически прекратились (с августа по декабрь 1914 г. на оборонных предприятиях было 68 стачек с 34,8 тыс. участников, в то время как в 1913 г. – первой половине 1914 г. число забастовщиков в промышленности России составляло около 2 млн человек) [2, с. 32].

Мобилизация была пройдена с успехом: так, например, генерал Н. Н. Головин отмечал, что многие призывники сразу называли себя здоровыми (без медицинского освидетельствования), чтобы их взяли на фронт [3, с. 31]. Люди приезжали из самых отдаленных частей России. Около 96 % призывников явились на призывные пункты в обозначенные сроки (многие из них даже не дождались повестки и пришли добровольно) [4, с. 18].

Также существовало женское добровольческое движение. Известен случай крестьянки из Сибири Марии Бочкаревой, которая просила зачислить ее вольноопределяющейся и даже писала Николаю II, чтобы ее приняли в армию. Разрешение Мария получила, впоследствии была участницей Первой мировой войны, стала полным Георгиевским кавалером и дослужилась до чина поручика; в 1917 г. организовала женский батальон (в 2014 году про него был снят фильм «Батальонъ», режиссер Дмитрий Месхи-

ев). Еще одной известной женщиной в годы войны стала Антонина Пальшина. С 1914 г. она воевала под видом мужчины, позже стала Георгиевским кавалером и получила звание младшего унтер-офицера [5, с. 12].

Выступление Николая II перед народом вызвало колоссальный эффект : по воспоминаниям современников, императора практически не было слышно – его голос перекрывали радостные возгласы. А.Ф. Керенский вспоминал о том, что практически в одночасье прекратились и бунты, и забастовки в Петрограде [3, с. 18].

В обеих столицах (Петербург и Москва) проходили массовые патриотические манифестации. Подобные проявления народных чувств значительно уступали тем, которые были в Европе. В августе 1914 г. в Париже проходили многочисленные манифестации под лозунгом «Да здравствует армия, Да здравствует Франция!». Так был встречен приказ о всеобщей мобилизации и известие о вступлении в войну на стороне Великобритании. Похожая августовская ситуация была и в Лондоне. Интересно, что если 2 августа на Трафальгарской площади проводились забастовки против вступления в войну, то уже 3 августа все прекратилось : люди осознали реальность угрозы Бельгии. Более того, в этот же день после собрания парламента по ситуации в Европе толпа на улице одобрительно приветствовала парламентариев (можно сказать, что она стала популярной среди населения) [3, с. 19].

В Российской империи патриотические манифестации были не так активны, но все-таки они проходили. Выделялось отношение к войне у сельского населения : бытовало восприятие войны как злого рока и огромной беды [1, с. 33].

Патриотический подъем в России объяснялся еще и тем фактом, что Германия первая объявила войну. После этого в сознании общества возникло мнение о необходимости дать отпор врагу. Известен факт разгрома немецкого посольства. Описание данного события мы встречаем в мемуарах А.И. Спиридовича [6, с. 273]. Он отмечал, что пострадало немецкое посольство возле ул. Морской. Недалеко на площади было много людей, которые смотрели на то, как выбрасываются вещи из окон здания, а потом сжигаются напротив Исакиевского собора. «Публика улюлюкала и кричала ура,» – так А.И. Спиридович описывает отношение народа к событию [6, с. 274]. После разгрома люди пошли к австрийскому посольству, но их по пути остановили жандармы, предотвратив тем самым новый погром.

Активизировалась патриотическая деятельность и в высших кругах: П.Н. Милюков призывал к объединению перед лицом врага. Он говорил: «Каково бы ни было наше отношение к внутренней политике правительства, наш первый долг сохранить нашу страну нераздельной и удержать за ней то положение в ряду мировых держав, которое оспаривается у нас врагами...» [7, с. 387]. П.Н. Милюков считал, что государственная власть должна быть очень сильной во время войны; его поддержали октябристы, либералы и монархисты.

26 июля 1914 г. на чрезвычайном заседании Думы решение о поддержке правительства было принято практически единогласно. 9 августа 1914 г. все депутаты Государственной Думы (кроме представителей социал-демократов) проголосовали за военные кредиты [8, с. 72]. Местные органы самоуправления взяли на себя обязательство поддерживать армию санитарным обеспечением.

Свой вклад в развитие общественного мнения внесла и интеллектуальная интеллигенция. По мнению С.Н. Булгакова, всемирная война может стать новым этапом в развитии русского самосознания, что позволит освободиться русскому духу от западничества и даст новую великую свободу. Философ Н.А. Бердяев считал, что «борьба России и Германии – не соревнование на почве справедливости, но не есть также и элементарная биологическая борьба за интересы. В борьбе этой ставятся динамические и творческие задачи. Россия и Германия борются за свои места в мировой жизни и мировой истории... В такой борьбе должна быть приведена в движение вся совокупность духовных сил народов...» [1, с. 40–41].

Первая мировая война оказала влияние и на искусство : так, например, появились новые жанры в искусстве (преимущественно, массовом) – журнальная графика, карикатура, плакат и др. Особенно отличились художники – Васнецовы, К. Коровин. Регулярно организовывались поездки актеров и танцоров на фронт с целью поднять боевой дух в армии; нередкими были и гастролы по провинциальным областям России.

На задний план были отодвинуты и разногласия среди левых : теперь все дебаты касались лишь войны. Отсюда шло разделение среди эсеров и социал-демократов : обороны

(Г.В. Плеханов: «Когда речь заходит о защите от нападения, борьба классов сменяется их сотрудничеством. Отечество необходимо защищать, отложив на время войны все революционные выступления...» [9, с. 41], центристы (Ю.О. Мартов, В.М. Чернов выступали за немедленное заключение мира между всеми воюющими державами), пораженцы (большевики во главе с В.И. Лениным выступали за то, чтобы понесли поражение все участники войны; в их заявлении говорилось о том, что «превращение современной войны в гражданскую есть единственно правильный пролетарский лозунг; поражение правительственной армии ослабляет данное правительство и облегчает гражданскую войну против правящих классов...» [1, с. 41]). Тем не менее, у большевиков к началу военных действий практически не было поддержки: считалось, что только централизованная власть и поддержка монархии способны помочь одержать победу в войне.

В марте 1915 г. начался новый виток патриотизма (связано это было со взятием австрийской крепости Перемышль). В городах открывались выставки трофейного оружия, где-то проходили манифестации и сельские сходки [3, с. 20–21]. Стоит отметить, что этот всплеск патриотизма стал последним из-за затягивания боевых действий, а также больших экономических расходов и боевых потерь. Таким образом, доказательствами патриотического подъема в России в начальный период Первой мировой войны являются успехи в мобилизации русской армии и резкое снижение накала политических, социальных и экономических противоречий.

Литература:

1. Шавлохова Е.С., Степанова Л.Г. Власть и общество в России и ее регионах в начале XX века: состояние, тенденции и противоречия развития // Культурная жизнь юга России. – 2014. – № 3 (54). – С. 74–76.
2. Архипов И.Л. Патриотизм в период кризиса 1914–1917 гг. // Звезда. – 2009. – № 9. – С. 32.
3. Головин Н.Н. Россия в Первой мировой войне. – М., 2014. – 564 с.
4. Юдин Н.В. Патриотический подъем в начале Первой мировой войны: конструктивистский ракурс // Вестник МГИМО. – 2014. – Вып. 3. – С. 17–25.
5. Базанов С.Н. Великая война: как погибала русская армия. – М., 2014. – 404 с.
6. Спиридович А.И. Великая война и Февральская Революция 1914–1917 гг. – Нью-Йорк, 1962. – С. 270–274.
7. Милуков П.Н. Воспоминания. – М., 1991. – 528 с.
8. Степанова Л.Г. История России. Практикум. Учебное пособие. Сер. 11. Университеты России. – М., 2019. – 231 с.
9. Плеханов Г.В. О войне. – Петроград, 1917. – 96 с.

Literature:

1. Shavlokhova E.S., Stepanova L.G. Power and society in Russia and its regions in the early twentieth century: state, trends and contradictions of development // Cultural Life of Southern Russia. – 2014. – № 3 (54). – P. 74–76.
2. Arkhipov I.L. Patriotism during the crisis of 1914–1917 // The Star. – 2009. – № 9. – P. 32.
3. Golovin N.N. Russia in the First World War. – M., 2014. – 564 p.
4. Yudin N.V. Patriotic rise at the beginning of the First World War: a constructivist perspective // Vestnik MGIMO. – 2014. – Vyp. 3. – P. 17–25.
5. Bazanov S.N. The Great War: How the Russian Army perished. – M., 2014. – 404 p.
6. Spiridovich A.I. The Great War and the February Revolution of 1914–1917. – New York, 1962. – P. 270–274.
7. Milyukov P.N. Memories. – M., 1991. – 528 p.
8. Stepanova L.G. History of Russia. Practicum. Textbook. Ser. 11. Universities of Russia. – M., 2019. – 231 p.
9. Plekhanov G.V. On War. – Petrograd, 1917. – 96 p.

НОВАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ 1D МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПЕРЕНОСА ИОНОВ СОЛИ В ЭЛЕКТРОМЕМБРАННЫХ СИСТЕМАХ

NEW CLASSIFICATION OF 1D MATHEMATICAL MODELS OF SALT ION TRANSPORT IN ELECTROMEMBRANE SYSTEMS

Гудза Виталий Александрович

младший научный сотрудник научно-исследовательской части
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
vitaliy.gudza@gmail.com

Аннотация. В работе приведена классификация математических моделей переноса ионов соли в электромембранных системах по области исследования, зависимости уравнений от времени и по способу определения токового режима.

Ключевые слова: классификация математических моделей, перенос ионов, электромембрана, уравнения Нернста-Планка-Пуассона.

Gudza Vitaly Alexandrovich

junior researcher of the research department,
Kuban State University
vitaliy.gudza@gmail.com

Annotation. The paper presents a classification of mathematical models of salt ion transport in electromembrane systems according to the field of study, the dependence of the equations on time, and the method for determining the current regime.

Keywords: classification of mathematical models, ion transport, electromembrane, Nernst-Planck-Poisson equations

Н а сегодняшний день электромембранные системы бурно развиваются во всем мире и широко используются для очистки, обогащения, разделения, обессоливания и концентрирования газовых и жидких смесей. При математическом моделировании процесса обессоливания в первом приближении можно ограничиться исследованием канала обессоливания, поскольку распределение концентраций и потоков ионов, напряженности электрического поля в любом поперечном сечении канала обессоливания будут примерно одинаковыми, если канал длинный и в нем отсутствуют микроконвективные течения. На вход в канал обессоливания поступает раствор бинарной соли (например, водный раствор NaCl или KCl). Под действием электрического поля с увеличением скачка потенциала образуется расширенная область пространственного заряда, где происходит диссоциация молекул воды [1–3], катионы соли (Na^+ или K^+) и ионы H^+ мигрируют к отрицательно заряженному электроду – катоду, анионы Cl^- и OH^- – к положительно заряженному аноду и происходит обессоливание раствора. В ходе встречного движения ионов H^+ , OH^- в средней части сечения канала образуется область рекомбинации. Исследованию этих явлений посвящен ряд перспективных работ на основе уравнений Нернста-Планка-Пуассона (НПП), описывающих процессы переноса ионов через межфазные границы «раствор/ионообменная мембрана» [4, 5]:

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = -\frac{\partial j_i}{\partial x} + R_i, \quad i = 1, \dots, 4. \quad (1)$$

$$j_i = -z_i \frac{F}{RT} D_i C_i \frac{\partial \varphi}{\partial x} - D_i \frac{\partial C_i}{\partial x}, \quad i = 1, \dots, 4. \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = -\frac{F}{\varepsilon_r} \left(\sum_{i=1}^4 z_i C_i \right). \quad (3)$$

$$R_1 = R_2 = 0, \quad R_3 = R_4 = k_d C_{H_2O} - k_r C_3 C_4 = k_r (k_w - C_3 C_4). \quad (4)$$

Уравнения НПП представляют собой общий закон сохранения, поэтому конкретная модель определяется краевыми условиями. Пусть $x = 0$ – соответствует условной межфазной границе «анионообменная мембрана/раствор», а $x = H$ – «раствор/катионообменная мембрана». Определим граничные условия :

при $x = 0$:

$$\left(-\frac{F}{RT} C_1 \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial C_1}{\partial x} \right) (t, 0) = 0, \quad C_2(t, 0) = C_{2a}, \quad (5)$$

$$\left(-\frac{F}{RT} C_3 \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial C_3}{\partial x} \right) (t, 0) = 0, \quad \frac{\partial C_4}{\partial x} (t, 0) = 0, \quad (6)$$

$$\varphi(t, 0) = \Delta \varphi(t); \quad (7)$$

при $x = H$:

$$C_1(t, H) = C_{1k}, \quad \left(\frac{F}{RT} C_2 \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial C_2}{\partial x} \right) (t, H) = 0, \quad (8)$$

$$\frac{\partial C_3}{\partial x} (t, H) = 0, \quad \left(\frac{F}{RT} C_4 \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{\partial C_4}{\partial x} \right) (t, H) = 0, \quad \varphi(t, H) = 0. \quad (9)$$

Ионообменные мембраны будем считать идеально селективными, т.е. поток противоионов равен нулю, а концентрация коионов определяется обменной ёмкостью мембран (5), (8), которая считается настолько большой, что ионы водорода и гидроксила беспрепятственно переносятся через анионообменную и катионообменную мембраны, соответственно (6), (9). Одним из способов определения электрического режима в мембранных устройствах является задание падения потенциала в системе. При потенциодинамическом (ПДР) режиме скачок потенциала $\Delta \varphi(t) = \varphi(t, H) - \varphi(t, 0)$ зависит от времени t , а при потенциостатическом (ПСР) – не зависит : $\Delta \varphi$. ПДР используется для изучения возникновения и развития пространственного заряда, импеданса системы, для расчета вольтамперной характеристики, гальваногамм и т.д. Так как потенциальная функция определена с точностью до произвольной функции, зависящей от времени, то, не нарушая общности, можно положить $\varphi(t, 0) \equiv 0$, тогда $\varphi(t, H) = \Delta \varphi(t)$. Определим начальные условия :

$$C_i(0, x) = C_{i0}(x), \quad i = 1, \dots, 4, \quad \varphi(0, x) = \varphi_0(x), \quad (10)$$

где эти функции должны быть согласованы с граничными условиями и определяться из физических соображений:

а) математическая модель нестационарного переноса ионов соли в сечении канала в потенциостатическом режиме

Потенциостатический режим используется при исследовании процессов переноса при фиксированном скачке потенциала и поэтому краевая задача для потенциостатического режима отличается от краевой задачи потенциодинамического заданием скачка потенциала $\Delta \varphi = \text{const}$, не зависящего от времени в граничных условиях (10) :

$$\varphi(t, H) = \Delta \varphi. \quad (11)$$

Таким образом, краевая задача нестационарного переноса ионов соли в сечении канала в потенциостатическом режиме с учетом некаталитической реакции диссоциации/рекомбинации молекул воды описывается системой уравнений (1–6), (8–11).

б) математическая модель стационарного переноса ионов соли в сечении канала в потенциостатическом режиме

Стационарные математические модели используются при исследовании краевых задач, граничные условия которых изменяются медленно, что процессы в системе успевают завершиться и принимают стационарное состояние. Стационарные модели зачастую допускают аналитическое решение и, как правило, требуют меньше времени для численного анализа и ресурсов для хранения результатов. Так как концентрации для стационарной задачи от времени не зависят, то $\frac{\partial C_i}{\partial t} = 0$, для $i = 1, \dots, 4$ и поэтому уравнение (1) примет вид :

$$\frac{dj_i}{dx} = R_i, \quad i = 1, \dots, 4. \quad (12)$$

Вид остальных уравнений, граничных и начальных условий не изменяется. Таким образом, получим краевую задачу для уравнений (2–4, 12) и краевых условий (5, 6, 8–11), модифицированных для стационарного случая (не зависят от времени).

в) математическая модель нестационарного переноса ионов соли в диффузионном слое в потенциодинамическом режиме

Как отмечалось выше, модель переноса в обедненном диффузионном слое у катионообменной мембраны отличается лишь граничным условием при $x = 0$, а именно, левой границей при $x = 0$ выступает глубина раствора. На этой границе значения концентраций считаются заданными :

$$C_i(t, 0) = C_{i0}(t), \quad i = 1, \dots, 4. \quad (13)$$

Раствор на левой границе диффузионного слоя у катионообменной мембраны считается электронейтральным, следовательно : $C_1(t, 0) - C_2(t, 0) + C_3(t, 0) - C_4(t, 0) = 0$.

г) математическая модель нестационарного переноса ионов соли в диффузионном слое в потенциостатическом режиме

Определяется граничными условиями (11), (13)

д) математическая модель стационарного переноса ионов соли в диффузионном слое в потенциостатическом режиме

Определяется аналогично пункту г) с учетом (12) [6].

Таким образом, в работе приводится классификация математических моделей переноса ионов бинарной соли с учетом реакции диссоциации/рекомбинации молекул воды по краевым условиям с описанием их области применимости.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19–38–90314

Литература:

1. Mathematical modelling of space charge breakdown in membrane systems taking into account the non-catalytic dissociation/ recombination reaction of water molecules / V. Gudza [et al.] // E3S Web Conf. / ed. Breskich V., Zheltenkov A., Dreizis Y. – EDP Sciences, 2020. – Vol. 224. – P. 02009.

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 вест-

ник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2018. – Т. 15. – № 4. – С. 67–84.

3. Математическое моделирование влияния основных температурных эффектов на стационарный перенос ионов соли в диффузионном слое / А.В. Коваленко [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 78–86.

4. 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/Recombination Reaction of Water Molecules / M. Urtenov [et al.] // Membranes (Basel). MDPI AG. – 2020. – Vol. 10. – № 11. – P. 342.

5. Urtenov M., Chubyr N., Gudza V. Reasons for the Formation and Properties of Soliton-Like Charge Waves in Membrane Systems When Using Overlimiting Current Modes // Membranes (Basel). MDPI AG. – 2020. – Vol. 10. – № 8. – P. 189.

6. Mathematical Modeling of Ion Transport and Water Dissociation at the Ion-Exchange Membrane/Solution Interface in Intense Current Regimes / M.K. Urtenov [et al.] // Pet. Chem. Pleiades Publishing. – 2018. – Vol. 58. – № 2. – P. 121–129.

Literature:

1. Mathematical modelling of space charge breakdown in membrane systems taking into account the non-catalytic dissociation/ recombination reaction of water molecules / V. Gudza [et al.] // E3S Web Conf. / ed. Breskich V., Zheltenkov A., Dreizis Y. – EDP Sciences, 2020. – Vol. 224. – P. 02009.

2. Influence of temperature effects associated with the dissociation/recombination reaction of water molecules and joule heating of the solution on the stationary transport of salt ions in the diffusion layer / A.V. Kovalenko [etc.] // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2018. – V. 15. – № 4. – P. 67–84.

3. Mathematical modeling of the influence of the main temperature effects on the stationary transfer of salt ions in the diffusion layer / A.V. Kovalenko [et al.] // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2018. – V. 15. – № 3. – P. 78–86.

4. 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/Recombination Reaction of Water Molecules / M. Urtenov [et al.] // Membranes (Basel). MDPI AG. – 2020. – Vol. 10. – № 11. – P. 342.

5. Urtenov M., Chubyr N., Gudza V. Reasons for the Formation and Properties of Soliton-Like Charge Waves in Membrane Systems When Using Overlimiting Current Modes // Membranes (Basel). MDPI AG. – 2020. – Vol. 10. – № 8. – P. 189.

6. Mathematical Modeling of Ion Transport and Water Dissociation at the Ion-Exchange Membrane/Solution Interface in Intense Current Regimes / M.K. Urtenov [et al.] // Pet. Chem. Pleiades Publishing. – 2018. – Vol. 58. – № 2. – P. 121–129.

**ФОРМИРОВАНИЕ МУЗЫКАЛЬНЫХ СУБКУЛЬТУР:
ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ**

**MUSICAL SUBCULTURES FORMATION:
A PHILOSOPHICAL ANALYSIS**

Густова Александра Андреевна

студентка специальности экономическая безопасность,
Кубанский государственный технологический университет,
alya.gustova@mail.ru

Оплетаева Олеся Николаевна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
opleole@gmail.com

Аннотация. Проводится философский анализ принципов, лежащих в основе молодежных музыкальных субкультур. Чтобы выявить закономерности реализации на практике принципов мировоззрения, авторы рассматривают также характерные черты и факторы, влияющие на появление этих субкультур.

Ключевые слова: субкультура, музыкальная субкультура, мировоззрение, черты молодежной субкультуры, музыкальные стили.

Gustova Aleksandra Andreevna

Student specialty economic security,
Kuban State Technological University
alya.gustova@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. It provides a philosophical analysis of the principles underlying youth musical subcultures. The authors also consider the characteristics and factors that influence the emergence of these subcultures to identify the patterns of implementation in practice of the principles of the worldview,.

Keywords: subculture, musical subculture, worldview, features of youth subculture, musical styles.

Тема музыкальных субкультур является актуальной в исследованиях жизненного мира молодежи, ведь музыка – это не только развлечение или хобби, а для кого-то и основная трудовая деятельность.

Что же такое «молодежная субкультура»? Данный термин используется многими учеными и журналистами при обращении к явлениям и процессам, происходящим в молодежной среде. Нет единообразия в выборе подходов и критериев к определению термина, а соответственно, к описанию самого явления. При всем разнообразии подходов можно выделить следующие черты молодежной субкультуры:

– это социальная общность, любой представитель которой причисляет себя к ней сам; члены такой группы могут формировать как подгруппы непосредственного контакта (компании, объединения, тусовки и т.п.), так и виртуального общения;

– идентификация молодым человеком с определенной субкультурой означает принятие, что он принимает ее нормы, ценности, привычки поведения, стиля жизни, а также внешние атрибуты принадлежности к данной субкультуре (прическа, одежда, украшения, жаргон и т.п.). Причем значимые для той или иной молодежной субкультуры идеи и ценности обязательно получают внешнее выражение в обязательной для ее членов символике и атрибутике группы;

– молодежные субкультуры закономерно формируются вокруг какого-либо «центра», служащего воплощением тех или иных пристрастий к музыкальному стилю, образу жизни, отношения к определенным социальным явлениям.

Примем самое простое, «рабочее» определение субкультуры как любого объединения молодежи, имеющее собственные элементы культуры, а именно : язык (сленг), символику, традиции, нормы, ценности.

Исследователи считают, что молодежные субкультуры в их современном виде возникли в середине XX века, вскоре после окончания Второй Мировой войны [1, с. 56]. Их появление было обусловлено развитием западной цивилизации под влиянием научно-технического прогресса. Значимым следствием чего в числе прочих стало в частности увеличением продолжительности периода взросления, социализации перед вступлением во взрослую жизнь. У молодых людей появляется больше свободного времени, а вместе с ним и проблема самоопределения, самоидентификации.

В частности с этим связана локализация субкультуры в городах, особенно крупных. А в цивилизационном отношении для развития субкультур наиболее благоприятно общество «западного» типа, поощряющее проявление индивидуализма и личной активности. Если выделять географические регионы с наиболее интенсивным распространением субкультур, то это Европа, США, Канада, развитые страны Восточной Азии, а из стран бывшего Советского Союза – крупные города России, Украины, Белоруссии и Прибалтике. Очевидно, что возникновению молодежной субкультуры способствует совпадение следующих формирующих факторов: социально-политическая ситуация, экономическое развитие, появление технических новшеств, культурные события, деятельность лидеров, информационная политика СМИ и др.

Например, появлению рокеров в СССР наиболее сильно способствовало появление доступной звукозаписывающей и звуковоспроизводящей аппаратуры. А, например, позже и музыка и способ самопрезентации в форме так называемого флешмоба стали возможны с появлением современных средств коммуникации (Интернета, мобильных телефонов), позволяющих координировать и синхронизировать действия многочисленной группы людей.

Для успешного существования той или иной субкультуры необходимо наличие большого количества объединяющих факторов, но мы выделим самые главные. Первое, – это **общая деятельность, времяпрепровождение** – поскольку именно совместная деятельность дает людям общее целеполагание, систему ценностей и правил поведения и выбора средств осуществления деятельности, именно она является наиболее важной составляющей существования субкультуры.

Второе, – это как раз **музыкальный стиль**. Наличие собственного музыкального стиля является для субкультуры мощным объединяющим фактором, поскольку, во-первых, обеспечивает совместную деятельность – посещение концертов, прослушивание и исполнение музыки, обмен музыкальным материалом. Во-вторых, привлекает в субкультуру новых участников – поклонников музыкального стиля, что позволяет обновлять состав участников. В-третьих, дает повод для эмоционального переживания и самовыражения. Для хиппи таким субкультурным стилем является традиционный гитарный рок, для панков – панк-рок, для эмо и готы – соответственно эмо- и готический рок. Есть мнение, что субкультурная музыка не обязательно должна принадлежать одному стилю – это может быть просто круг любимых исполнителей.

В музыкальных молодежных субкультурах из наиболее популярных можно выделить следующую классификацию, основанную на поклонниках различных жанров музыки : альтернативщики, готы, инди, металлисты, панки, рокеры, рейверы, хип-хоп, рэперы, фолкеры, эмо и т.д. В соответствии с интернет-опросами [2,3] на первом месте по популярности среди молодежи находится рок-музыка, рэп и техно. Классическая музыка мало востребована молодой аудиторией.

В современном мире технологии предоставили практически неограниченные возможности для реализации музыкального потенциала. В связи с такой цифровизацией, многие подростки считают, что необязательно получать музыкальное образование, чтобы «творить» и их мнение на этот счет неправильное, ведь изучение и исследование музыки считается очень сложным из-за ее многоаспектности [4]. Таким образом, на просторах Интернета образуется огромное количество музыкальных видеоклипов, песен, композиций и т.п., однако уровень таких «произведений» весьма невысок.

Существует проблема огромного разрыва между уровнем исследованного понятия «вкус» в научной литературе и реальными стандартами эстетического воспитания. На данный момент при формировании музыкальных вкусовых предпочтений огромное значение имеют СМИ, политика которых обычно направлена на пропаганду жизни без достойного образования.

Цифровизация так же привела к тому, молодежь стала воспринимать музыку как фон для любого времяпровождения: будь то учеба, уборка или физическая активность. В нейропсихологии выявлено, что фоновая музыка минует участки мозга, ответственные за смысловой контроль [5]. Это привело к увеличению среди молодежи любителей «легкой» музыки.

Классическая музыкальная культура является фундаментом, из которого в процессе развития появились другие направления. Поэтому некорректно ставить вопрос о предпочтительности какого-либо, в том числе классического, направления перед другими. Существуют разные стили, жанры, поджанры, имеющие постоянный круг пользователей, из которых и формируется субкультура.

Можно сказать, что в музыкальных разновидностях субкультур именно музыка выступает сленгом, субъязыковым образованием. Взятые же все вместе, атрибуты субкультуры служат объективации содержания сознания её носителей. Что, как принято считать в философии сознания, становится «всеобщим универсальным достоянием общества. А степень объективности и универсальности сознания индивида является следствием уровня развития сознания определенной эпохи» [6, с. 35].

Резюмируем сказанное, субкультура способствует социализации и самореализации молодых людей. Каждый может найти в ней отклик своим чувствам, мыслям. Молодежные музыкальные субкультуры помогают еще несформированным личностям познать себя и обрести цель в жизни.

Литература:

1. Щепанская Т.Б. Субкультуры // Современный городской фольклор. – М., 2003.
2. Как изменились музыкальные предпочтения молодежи? [Электронный ресурс]. – URL : <http://www.uralStudent.ru/articles/sovetyi/1644928/> (дата обращения: 19.04.2021).
3. Музыкальные предпочтения молодежи [Электронный ресурс]. – URL : <http://poisk-ru.ru/s46942t2.html> (дата обращения : 19.04.2021).
4. 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.

5. Новицкая Л.П. Влияние различных музыкальных жанров на психическое состояние человека // Психологический журнал. – 1984. – № 6. – С. 79–86.
6. Корсакова Л.В., Оплетаева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.

Literature:

1. Shepanskaya T.B. Subcultures // Modern Urban Folklore. – M., 2003.
2. How have musical preferences of the youth changed? [Electronic resource]. – URL : <http://www.uralStudent.ru/articles/sovetyi/1644928/> (date of accession: 19.04.2021).
3. Music preferences of youth [Electronic resource]. – URL : <http://poisk-ru.ru/s46942t2.html> (date of reference: 19.04.2021).
4. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: semiotic approach in music education // Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference «Philological and socio-cultural issues of science and education» – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.
5. Novitskaya L.P. The influence of various musical genres on the mental state of a person // Psychological Journal. – 1984. – № 6. – P. 79–86.
6. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of Being and Cognition in Modern Philosophy: Study Guide. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕССЕРИВАНИЯ НЕФТИ

OIL DESULFURIZATION TECHNOLOGY

Давкина Екатерина Рудольфовна

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
katya.davkina@bk.ru

Ханюченко Никита Демьянович

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

Аннотация. Представлена технология извлечения серы из нефтепродуктов для повышения качества переработки нефти.

Ключевые слова: обессеривание, нефть, технология, переработка, нефтепродукты.

Davkina Ekaterina Rudolfovna

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
katya.davkina@bk.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 technology of sulfur extraction from petroleum products to improve the quality of oil refining is presented.

Keywords: desulfurization, oil, technology, refining, oil products.

Н а сегодняшний день, одной из основных задач нефтепереработки, является уменьшение процентного содержания серы в нефти и нефтепродуктах. Такой процесс получил название «Обессеривание нефтепродуктов».

Чем лучше подготовлена нефть, тем выше ее стоимость. Именно поэтому больше всего ценится сырье, которое не требует больших финансовых затрат на переработку. Когда есть выбор, предпочтение отдается так называемым эталонным сортам, которые являются более качественными и, соответственно, дорогими. Одним из важных параметров, определяющим качество нефти, как раз и является содержание серы. В эталонных сортах оно обычно не превышает 0,5 %.

Но не стоит забывать и о том, что полное отсутствие серы (S), в нефтепродуктах - это не совсем хорошо, т.к. сера (S), увеличивает смазывающие способности дизельного топлива.

Концентрация и природа серосодержащих соединений изменяются в диапазоне кипения конкретной фракции. Количество серы во фракции увеличивается с увеличе-

нием диапазона кипения, причем наиболее тяжелая фракция содержит наибольшее количество серы. Сернистые соединения становятся более трудно извлекаемыми с увеличением температуры кипения, поскольку доминирующий класс соединений изменяется от тиолов, сульфидов и тиофена в нефти до замещенных бензотиофеновых соединений в дистиллятных фракциях. В вакуумном газойле и гудроне сера содержится в основном в соединениях семейства дибензотиофенов. Химическая природа серы имеет непосредственное отношение к ее удалению. Обессеривание соединений, содержащих алифатическую серу, т.е. тиолы и сульфиды, происходит легче, чем из соединений, содержащих ароматическую серу, т.е. тиофены

Существует несколько способов обессеривания нефти :

- гидрообессеривание,
- экстрактивное обессеривание,
- окислительное обессеривание,
- биообессеривание
- обессеривание путем алкилирования,
- обессеривание путем хлоринолиза
- обессеривание с использованием сверхкритической воды.

Лишь немногие из этих методов являются жизнеспособными и/или эффективными для обессеривания тяжелых остатков. Это связано со свойствами тяжелой нефти, такими как высокое содержание серы, высокая вязкость, высокая температура кипения и сложная природа соединений серы. Наиболее вероятным подходом, ведущим к прорыву в обессеривании тяжелых остатков, является автоокисление с последующим термическим разложением окисленных тяжелых остатков. Существуют также возможности для синергического использования автоокисления в сочетании с биообессериванием и гидрообессериванием.

В данной статье рассмотрим технологию гидрообессеривания.

Технология гидрообессеривания

Гидрообессеривание является наиболее часто используемым методом в нефтяной промышленности для снижения содержания серы в сырой нефти. В большинстве случаев она осуществляется путем совместной подачи сырья и водорода в реактор с неподвижным слоем, заполненный соответствующим катализатором.

Выбор катализатора

Стандартными катализаторами гидрообессеривания являются никель-молибденовые и кобальт – молибденовые катализаторы, нанесенные на оксид алюминия, но есть еще много доступных типов. В процессе гидрообессеривания сера в сероорганических соединениях преобразуется в H_2S .

Выбор одного типа катализатора по сравнению с другим зависит от применения. Вообще говоря, Ni – Mo – катализаторы лучше применять в гидрировании, а Co-Mo-катализаторы лучше для гидрогенолиза. Таким образом, Co-Mo-катализаторы предпочтительны для гидрообессеривания потоков ненасыщенных углеводородов, например, для продуктов каталитического крекинга, в то время как Ni-Mo-катализаторы предпочтительны для фракций, требующих экстремального гидрирования. Следовательно, катализаторы Ni-Mo более эффективны для гидрообессеривания от сложных соединений серы, таких как например 4,6-диметилдibenзотиофен. Когда поток водорода не ограничен, но время контакта ограничено, как это часто бывает в проточных реакторах, предпочтительны Ni-Mo-катализаторы, в то время как Co-Mo-катализаторы иногда более эффективны в реакторах периодического действия. Рабочие условия процесса гидрообессеривания обычно находятся в пределах температур от 200 до 425 °C и давлении от 1 до 18 МПа, причем конкретные условия зависят от требуемой степени обессеривания и природы сернистых соединений в сырье.

Предварительный подогрев сырья

Сырье поступает в печь нагрева, куда также подается водяной пар (для предотвращения процесса закоксовывания), где нагревается до температуры ниже 371 °С.

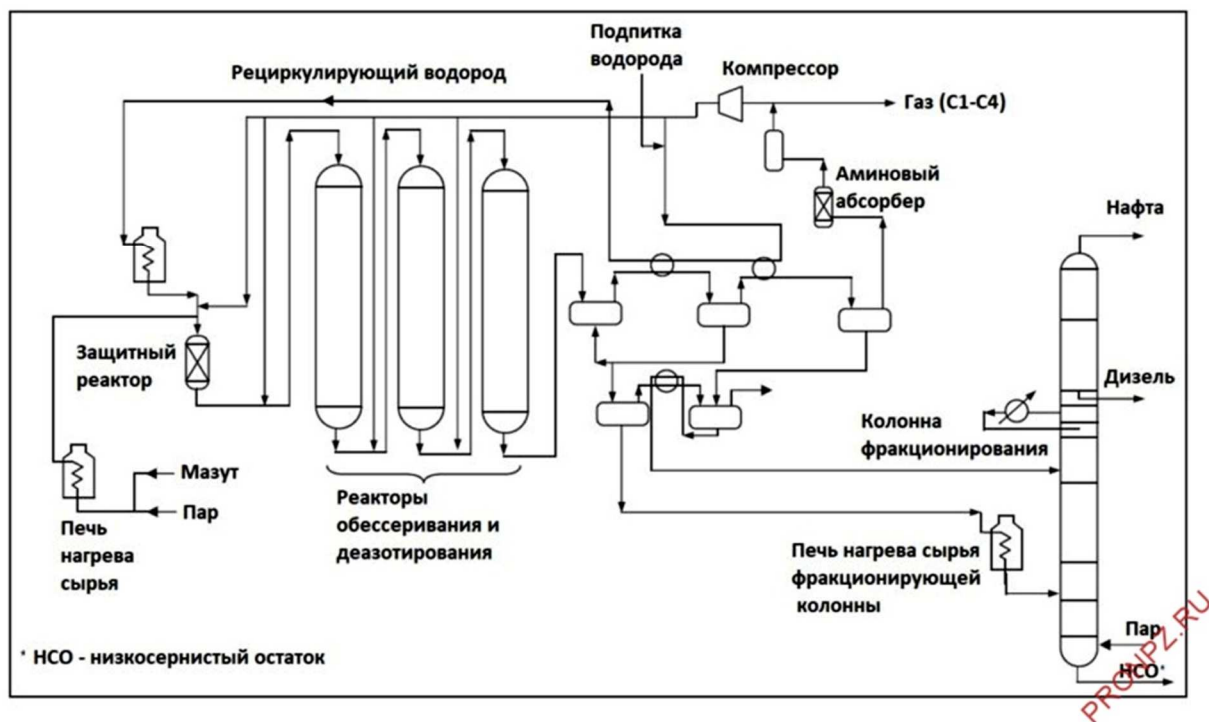


Рисунок 1 – Технологическая схема

«Защитный» реактор

Подогретый циркулирующий водород смешивается с сырьем и вместе они вводятся в защитный обезоливающий реактор который содержит катализатор гидрирования подобный катализатору в основном реакторе, но обычно дешевле. Катализатор должен иметь широкие поры в своей структуре, чтобы избежать их закупоривания и, как следствие, потери активности из-за осаждения металлов. В реакторе металлоорганические соединения гидрируются, а металлы осаждаются. Соли из нефтяных электродегидраторов также удаляются здесь. Из-за быстрой деактивации этого катализатора, как правило, используют два реактора и катализатор меняется в одном из них, в то время как другой реактор работает. Катализатор в системе защитного реактора составляет 8 % от общего количества катализатора, используемого в процессе. Реакции обессеривания, деазотирования и гидродеметаллизации требуют жестких рабочих условий. Обычно используют 3–4 реактора с различными комбинациями катализаторов для достижения заданных целей. На некоторых производствах есть положение о замене катализатора в защитном реакторе на рабочем режиме.

Реакторы обессеривания и деазотирования

Поток, выходящий из защитного реактора, охлаждается путем «квенчинга» холодным циркулирующим водородом для предотвращения дальнейших реакций крекинга и вводится и в первый из трех реакторов с неподвижным слоем. В реакторах протекают основные реакции гидродеметаллизации, гидрообессеривания, деазотирования и гидрирования ароматических соединений.

Фракционирование

Технологическая схема также содержит сепараторы высокого и низкого давления, рециркулирующий поток водорода и блок аминовой очистки. Жидкий поток из сепараторов направляют на фракционирование для получения нефти, дизельного топлива и низкоуглеродистого остатка – мазута (НСО).

Недостатки :

- большая металлоемкость ввиду больших объемов перерабатываемого сырья (нефть/мазут);
- большие капитальные и эксплуатационные затраты;
- высокая вероятность отложений металлов, кокса на поверхности катализатора, в змеевиках печи;
- необходимость проведения периодической регенерации катализаторов от отложений.

Достоинства :

- высокая эффективность установки при значительных объемах продаж мазута на экспорт;
- снижение содержания серосодержащих и азотсодержащих соединений в продуктах до минимального уровня;
- меньшая стоимость катализаторов по сравнению с катализаторами каталитического крекинга и гидрокрекинга.

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 : Издательский Дом – Юг, 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.

Literature:

1. Gasification of remote settlements of Russian regions with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War; FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

2. Fighting foam formation in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. 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 – South, 2020. – P. 178–180.

3. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko-Ko [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.

5. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of an environmentally friendly biodiesel plant // Nauka. New Generation. Success : Materials of the International Scientific-Practical Conference, dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.

**РАЗРАБОТКА БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ
УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ**

**DEVELOPMENT OF A POINT-RATING SYSTEM FOR EVALUATING
STUDENTS ACADEMIC ACHIEVEMENTS**

Данович Лариса Михайловна

кандидат технических наук, доцент,
заведующая кафедры «Прикладная математика»
Института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
dlm59@mail.ru

Саркисян Эрик Альбертович

студент группы 17-КБ-ИВ1
Института «Компьютерных систем и информационной безопасности»,
Кубанский государственный технологический университет
TheErikSar@yadnex.ru

Аннотация. Выбор методов оценки качества знаний всегда является ключевым при реализации той или иной образовательной программы. В связи с этим по-прежнему актуален вопрос о том, как лучше и справедливее определить это качество. Для более успешного и объективного подхода необходимо, чтобы система контроля учебных достижений обучающихся была разноплановой : с одной стороны, ориентированной на проверку знаний и умений, с другой – на выявление творческих способностей и эмоционально – ценностного отношения к изучаемым процессам. Именно этим вопросам посвящена данная статья.

Ключевые слова: преподавание предметов в высшей школе, индивидуальная работа, методы оценки качества знаний.

Danovich Larisa Mikhailovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor, Head of the Department «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University
dlm59@mail.ru

Sarkisyan Erik Albertovich

Student of group 17-KB-IV1,
Institute of «Computer Systems and Information Security»,
Kuban State Technological University
TheErikSar@yadnex.ru

Annotation. The choice of methods for assessing the quality of knowledge is always key in the implementation of a particular educational program. In this regard, the question of how to better and more fairly define this quality is still relevant. For a more successful and objective approach, it is necessary that the system of monitoring the educational achievements of Students be diverse : on the one hand, focused on testing knowledge and skills, on the other-on identifying creative abilities and emotional-value attitude to the studied processes. This article is devoted to these issues.

Keywords: teaching subjects in higher education, individual work, methods of assessing the quality of knowledge

В ыбор методов оценки качества знаний всегда является ключевым при реализации той или иной образовательной программы. В связи с этим по-прежнему актуален вопрос о том, как лучше и справедливее определить это качество. Для более успешного и объективного подхода необходимо, чтобы система контроля учебных достижений обучающихся была разноплановой: с одной стороны, ориентированной на проверку знаний и умений, с другой – на выявление творческих способностей и эмоционально-ценностного отношения к изучаемым процессам [1, 2].

Всем известно, как устроена система оценивания в учебных заведениях: учащийся получает текущие оценки, и допускается к экзамену. При этом его знания оцениваются именно по результатам этого экзамена, вне зависимости от того, как себя проявил студент во время периода обучения. С одной стороны вроде все хорошо, но с другой стороны система оценивания свела все к одномоментному оцениванию способности каждого учащегося. Но если некоторый человек делал больше, делал лучше во время периода обучения, то для него эта система работает несправедливо, что вызывает разочарование, раздражение и понижение мотивации для дальнейшей успешной учебы. Именно в этом недостаток существующей системы оценивания. Поэтому целью нашей работы было разработать такую балльно-рейтинговую систему оценивания учебных достижений студентов, которая бы не имела выше названных недостатков.

При формировании математической модели нашей системы были использованы основные принципы теории принятия решений, в частности многокритериальный метод оценок.

В начале определяется количество и список предметов, по которым будет проходить оценивание студентов. При этом система позволяет варьировать их количество. Созданная нами система работает с базой данных (БД), которая содержит текущие оценки обучающихся за лекции, практические и лабораторные занятия, творческие задания и т.д. т.п. по заданному списку предметов. Эта база данных может быть отредактирована в любой момент времени. При этом система может провести оценивание достижений учащихся в любой момент. Для этого проводится сравнение достижений учащихся по заданному списку предметов между собой несколькими способами используя прямое ранжирование, альтернативное ранжирование или парное сравнение. «Прямое ранжирование» подразумевает запись всех учащихся в список, начиная с лучшего и заканчивая худшим. При «альтернативном ранжировании», в первую очередь определяются две крайних позиции: лучший учащийся и худший. Затем из оставшейся группы программа вновь отбирает лучшего и худшего и располагает их на вторых позициях с начала и конца. И так далее. Последними заполняются крайние позиции. При использовании «парного сравнения», каждый учащийся сравнивается с каждым следующим по одному из показателей. При этом заполняется таблица-матрица, фиксируя учащегося, выигравшего сравнение в каждой паре. Подсчет количества «побед» или «поражений» учащегося дает основание для формирования ранжированного списка.

В результате наших исследований была создана программа для ЭВМ «Программа балльно рейтингового оценивания учебных достижений студентов» в среде Visual Studio на языке программирования C#. Выбор пал именно на этот язык неслучайно. Обладая мощностью объектно-ориентированного языка программирования, которому присущи такие свойства как инкапсуляция, полиморфизм и наследование и имея существенную техническую поддержку, трудностей при разработке возникало очень мало. Сама система описана в WF (windows forms).

Литература:

1. Данович Л.М., Гулякин Д.В. Обоснование культурологического подхода к формированию личностно-профессиональных качеств студентов // Сб. материалов междунар. научно-практ. конф. «Инновационные процессы высшей школы». – Краснодар, 2020. – С. 52–55.

2. Булатникова И.Н. Основные принципы систематизации знаний студентов // Материалы междунар. научно-практ. конф. «Инновационные процессы высшей школы». – Краснодар, 2018. – С. 71–74.

Literature:

1. Danovich L.M., Gulyakin D.V. Substantiation of the cultural approach to the formation of personal and professional qualities of Students // Collection of materials of the International scientific and practical conference. «Innovative processes of higher school». – Krasnodar, 2020. – P. 52–55.

2. Bulatnikova I.N. Basic principles of systematization of Students knowledge // Materials of the international scientific and practical conference. «Innovative processes of higher education». – Krasnodar, 2018. – P. 71–74.

ВЛИЯНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ ГАЗА НА ВИБРАЦИЮ ТРУБОПРОВОДОВ

INFLUENCE OF GAS PULSATIONS ON VIBRATION OF PIPELINES

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Описано влияние пульсаций газа на вибрацию трубопроводов, представлены критерии и причины нестационарности режимов перекачки, рассмотрены волновые процессы в трубах постоянного сечения с осью, изогнутой по окружности.

Ключевые слова: аэродинамические вибрации, стоячие волны, источники нестационарности, трубопроводы, низкочастотные вибрации, магистральный трубопровод, запорно – регулирующая арматура, гидроудары.

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 influence of gas pulsations on the vibration of pipelines is described, the criteria and reasons for unsteadiness of pumping modes are presented, wave processes in pipes of constant cross-section with an axis bent around a circle are considered.

Keywords: aerodynamic vibrations, standing waves, sources of unsteadiness, pipelines, low-frequency vibrations, main pipeline, shut-off and control valves, hydraulic shocks.

Специфическая характеристика функционирующей системы сжатия и передачи газа в магистральный трубопровод – динамичность режима движения газа – обусловлена совокупным влиянием различных причин. Одним из самых существенных вопросов анализа и расчета процессов транспорта газа является вопрос о критериях и причинах нестационарности режимов перекачки.

Источники нестационарности можно условно разделить на две группы : связанные с изменением отбора газа и обусловленные работой газопровода. Существующие теории «нестационарных течений газа в трубопроводе» рассматривают большое количество различных процессов – от простой потери статической устойчивости до гидроударов.

Колебания расхода зависят от свойств потребителя газа, они могут быть регулярными (с различным периодом – суточным, недельным, сезонным) и нерегулярными. Необходимость маневрирования потоками газа, подключение новых потребителей связаны с коммутацией газотранспортной сети, изменение в этих случаях может быть значительным.

Другая группа факторов нестационарности обусловлена техническими особенностями эксплуатации компрессорных станций – наличие большого количества запорно-регулирующей арматуры, изменением проходного сечения технологических трубопроводов.

Обычно, изменение давления газа и объемов, аккумулированных в трубах, происходит при штатных режимах эксплуатации довольно медленно. Сжимаемость газов приводит к тому, что режимы течения потока газа инерционны, резкие изменения, например, при включении и выключении агрегатов, перекрытии задвижек, демпфиру-

ются, сглаживаются. Быстрые изменения параметров процесса перекачки характерны только для аварийных, нестандартных ситуаций.

Особый интерес представляют исследования волновых процессов в трубах постоянного сечения с осью, изогнутой по окружности. Такие изгибы имеются в трубопроводных системах КС в весьма значительном количестве (колена, тройники, отводы и другая арматура). Изучение и описание этих процессов имеет большое прикладное значение при решении таких проблем как, например, искажение поля, возникающее при отклонении волновода от регулярного цилиндрического сочленения. Все эти факторы вызывают колебания давлений газа в трубопроводе. В этих случаях происходит колебание давлений газа, вызванное распространением прямых волн, которые претерпевают частичное отражение в сечениях, примыкающих к включенным в магистраль сосредоточенным участкам, с параметрами, резко отличающимися от параметров линейных участков трубопровода.

Существует возможность возникновения стоячих волн, которые возникают в случае перекрытия трубопровода задвижкой и являются результатом полного отражения первоначальных волн. Физическая природа процесса здесь объясняется тем, что две бегущие навстречу друг другу волны с одинаковыми амплитудами и скоростями в сумме должны образовать стоячую волну, что и вызывает аэродинамические вибрации трубопроводов.

Волновые течения газа связаны с изменением направления потока газа в трубопроводах, что вызывает реактивные силы, величина которых определяется многими факторами: скоростью распространения волн пульсаций давления, массой движущегося газа, углом поворота трубопроводов, изменением диаметра труб и т.д. Наиболее неблагоприятные условия в этом отношении создаются на участках трубопроводов с прямыми углами поворотов. Все эти препятствия резко повышают турбулентность движения газового потока, значительный градиент давления, образование вакуума, вихрей, что, в свою очередь, приводит к появлению аэродинамической вибрации трубопроводов низкочастотная составляющая которых, при достижении критических значений разрушительна для оборудования.

Проанализировав источники по данной тематике, было обнаружено, что низкочастотные вибрации – основные причины возникновения аварийных и опасных ситуаций на технологических трубопроводах КС за последние 5 лет (рис. 1).

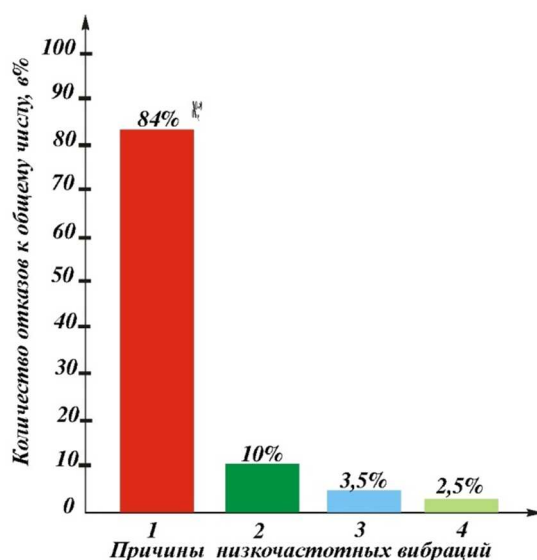


Рисунок 1 – Основные причины возникновения низкочастотных вибраций технологических трубопроводов компрессорных станций: 1 – неустойчивые течения газа в проточной части нагнетателей, 2 – запорно-регулирующая арматура, 3 – поворот труб на угол 90°, 4 – изменение проходного сечения трубопроводов

Самое большое количество отказов трубопроводных сетей компрессорных станций происходило в то время, когда в одном или нескольких нагнетателях одновременно

наблюдались неустойчивые течения газа в той или иной степени интенсивности – данные получены непосредственно по результатам параметрической диагностики компрессорных агрегатов.

Однако, в литературе, посвященной изучению и анализу причин возникновения низкочастотных вибраций технологических трубопроводов, этому вопросу уделяется достаточно небольшое внимание – практически отсутствуют основные положения о взаимовлиянии характера течения газа между работающими агрегатами и трубопроводными сетями компрессорных станций, поэтому данная тема является весьма актуальной.

Литература:

1. Хенли Д., Кумamoto Х. Надёжность технических систем и оценка риска. – М. : Мир, 1987. – 528 с.

2. Кунина П.С., Павленко П.П. Диагностика газоперекачивающих агрегатов с центробежными нагнетателями. – Ростов-на-Дону : изд-во РГУ, 2001. – 362 с.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.

13. 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.

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. Henley D., Kumamoto H. Reliability of Technical Systems and Risk Assessment. – Moscow: The World, 1987. – 528 p.

2. Kunina P.S., Pavlenko P.P. Diagnostics of gas compressor units with centrifugal blowers. – Rostov-on-Don : publishing house of Russian State University, 2001. – 362 p.

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

4. 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 by young scientists. – Krasnodar, 2020. – P. 19–21.

5. 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 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

6. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

7. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. 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.

8. 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. – V. 1. – P. 62-65.

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

10. 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. – V. 1. – P. 156–160.

11. 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. – V. 1. – P. 281–284.

12. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.

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

14. 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. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

ШУМ ТУРБОПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБВЯЗКИ НАГНЕТАТЕЛЕЙ

NOISE OF TURBO DRIVES OF TECHNOLOGICAL PIPING OF SUPERCHARGERS

Дубов Виталий Викторович

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

Зяблов Михаил Дмитриевич

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

Паршиков Евгений Валерьевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
Pev998@yandex.ru

Крамаренко Антон Павлович

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

Аннотация. Представлена шумовая характеристика нагнетателей, звуковая мощность трубопроводов технологической обвязки нагнетателей

Ключевые слова: турбопривод, нагнетатели, компрессорная станция, шум, трубопроводы.

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

Zyablov 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
mixail.zyablov@yandex.ru

Parshikov Evgeny Valeryevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs
named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
Pev998@yandex.ru

Kramarenko Anton Pavlovich

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

Annotation. The noise characteristic of the blowers is presented, The sound power of the pipelines of the technological connection of the blowers

Keywords: turbo drive, blowers, compressor station, noise, pipelines.

Входные и выходные трубопроводы, ведущие к нагнетателю являются источником шума на территории компрессорной станции. Это излучение является результатом наложения шума нагнетателя и шума высокоскоростного потока и его взаимодействия с твердой стенкой трубы. В таблице 1 дана шумовая характеристика нагнетателей, а в таблице 2 показана звуковая мощность технологической обвязки нагнетателей.

Нагнетатель и газотурбинный привод в схеме размещены в отдельных помещениях, которые разделены кирпичной стеной. Обвязка нагнетателя расположена за железобетонной стеной. Испытания проводятся на номинальном режиме работы. Нагнетатель звукоизоляции не имеет, трубопроводы теплоизолированные.

Проанализировав источники по данной тематике, предложен ряд мероприятий для снижения уровня шума таблицы 1 и 2. Методы борьбы с шумом трубопроводов технологической обвязки нагнетателей предполагают:

- установку специальных звукоизолирующих конструкций на ведущие к компрессору трубопроводы, заполненных стекловолокном,
- нанесение на поверхность трубопровода армированного вибропоглощающего покрытия из мастики определенного сорта.

Таблица 1 – Шумовая характеристика нагнетателей

Тип нагнетателя	Уровни звуковой мощности, дБ, в октавных полосах частот, Гц									Уровни звуковой мощности по шкале А, дБА
	3,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ГПА-Ц-6,3	114	112	113	116	113	112	106	107	112	117
ГПА-Ц-16	105	103	98	97	107	104	106	102	94	111
H280-111-1	96	92	111	106	103	108	104	100	87	111
H370-18-2	100	108	107	109	108	115	112	104	92	120
H280-11-1	91	97	101	99	98	106	105	103	92	112
H520-12-1	105	104	107	110	115	116	114	103	98	121
H650-22-1	116	114	110	109	128	128	118	109	99	133
H370-12-1	97	94	103	108	113	116	111	105	98	121
H280-12-4	95	97	93	110	112	115	111	106	97	120
H280-12-2	102	100	107	90	88	114	113	101	93	119
H235-21-1	110	109	109	108	105	113	110	99	88	119
H260-12-1	101	99	95	93	98	115	116	102	88	121
H280-11-6	94	91	92	91	92	107	104	93	82	108
H300-1,23	103	101	102	104	105	110	101	87	82	115

Таблица 2 – Звуковая мощность трубопроводов технологической обвязки нагнетателей

Тип агрегата	Уровни звуковой мощности, дБ, в октавных полосах частот, Гц									Уровни звуковой мощности по шкале А, дБА
	1,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ГПА-Ц-6,3	124	125	129	128	124	130	129	123	116	135
ГПА-Ц-16	123	122	121	118	115	120	118	113	107	125
Центавр	124	123	120	114	110	107	100	98	91	112
ГТН-16	117	116	114	111	114	117	119	114	100	123
ГТН-25 (НЗЛ)	124	122	117	116	124	126	123	112	103	131
ГТН-25И	112	111	108	110	109	115	116	109	98	121
ГТК-10	107	117	118	124	129	128	123	114	104	133
ГТК-10И	118	116	123	123	114	121	120	112	101	124
ГТК-5	110	109	110	113	121	129	119	104	84	135
ГТ-6-750	109	111	113	116	117	125	115	111	100	130
ГТ-750-6	103	102	97	109	110	112	107	98	84	118
ГПУ-10	115	113	119	126	122	120	117	114	109	126
СТД-4000	110	115	119	110	114	126	124	111	98	131
СТД-12500	112	121	117	120	124	131	131	115	108	134
АЗ-4500-1500	113	109	123	109	116	126	125	111	100	130
10 ГШ	102	101	89	99	108	113	119	85	105	118
10ГКН	98	98	96	97	99	101	100	98	100	105

Основные выводы по данной работе :

– сравнивая шумовые спектры обвязки и нагнетателя можно отметить наличие максимума в зоне частот от 500 до 2000 Гц;

– можно предположить, что вклад нагнетателя в шум обвязки является основным. Это еще раз подтверждает тот факт, что нагнетатель является одним из основных источников шума на компрессорной станции;

– шум трубопроводов технологической обвязки нагнетателей генерируется нагнетателем и распространяется вдоль трубопроводов, можно считать, что снижение шума центробежных нагнетателей является весьма важным для общего уровня шума.

Также необходимо заметить, что в связи с участвовавшими усталостными разрушениями труб в системе обвязки трубопроводов на компрессорных станциях одной из причин является акустическая усталость конструкции обвязки трубопроводов при нестационарных воздействиях.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
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. 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. 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 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.
2. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.
3. 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.
4. 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. – V. 1. – P. 62–65.
5. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.
6. 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. – V. 1. – P. 156–160.

7. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

8. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.

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

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

ИСТОЧНИКИ ШУМА НА ТЕРРИТОРИЯХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

SOURCES OF NOISE IN COMPRESSOR STATION AREAS

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Описаны основные источники шума на территориях компрессорных станций, представлены результаты исследований основных источников шума КС, показано изменение спектра шума КС с приводом от ГТУ в зависимости от расстояния.

Ключевые слова: шум, компрессорная станция, воздухозаборная камера, трубопроводы технологической обвязки нагнетателей, система охлаждения, ограждающие поверхности компрессорного цеха.

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 main sources of noise on the territories of compressor stations are described, the results of studies of the main noise sources of the compressor station are presented, the change in the noise spectrum of the compressor station driven by a gas turbine unit depending on the distance is shown.

Keywords: noise, compressor station, air intake chamber, pipelines for technological piping of blowers, cooling system, enclosing surfaces of the compressor shop.

Компрессорная станция является источником интенсивного шума, который распространяется как в помещениях и на территории газотранспортного предприятия, так и на территории ближайшей к компрессорной станции жилой застройки. Шумовое поле компрессорной станции определяется суперпозицией шумовых полей основных источников шума, к которым на территории компрессорной станции и ближайшей застройки следует отнести источники, имеющие высокий уровень звуковой мощности, располагающиеся высоко над уровнем земли и не затененные деревьями и строениями.

На компрессорной станции с агрегатами, размещенными в здании (компрессорном цехе), высоким уровнем звуковой мощности характеризуются воздухозаборная камера, трубопроводы технологической обвязки нагнетателей, система охлаждения, ограждающие поверхности компрессорного цеха. Они высоко расположены над поверхностью земли и имеют высокие уровни звуковой мощности шахты выхлопа газоперекачивающих агрегатов и вентиляторы градирен – систем обратного водяного охлаждения.

На компрессорной станции с агрегатами, размещенными в контейнерах (ГПА-Ц-6,3, ГПА-Ц-16) или в избушках (ГТН-6, ГТН-16), источники шума те же, только вместо ограждающей поверхности компрессорного цеха здесь звукоактивна поверхность контейнера.

Проанализировав источники по данной тематике, были получены результаты исследований, с помощью методики доминирующих источников, основных источников шума КС. Данная методика предусматривала измерение уровней звукового давления в октавных

и третьоктавных полосах частот у источника шума и в контрольных точках на территории компрессорной станции и жилой застройки. Вывод о превалировании конкретного источника делался на основании сопоставления спектра шума у источника и в контрольной точке. Источник шума считался доминирующим в контрольной точке, если по характеру его спектр и спектр в контрольной точке были идентичны. В тех случаях, когда несколько источников имели трудноразличимый характер спектра (без характерных максимумов), вывод о доминирующем источнике делался на основании оценки его звуковой мощности и расстояния до контрольной точки с помощью акустического расчета.

В таблице 1 показаны доминирующие источники шума на территории в зоне жилой застройки и в помещениях КС.

Таблица 1 – Доминирующие источники шума на территории, в зоне жилой застройки и в помещениях КС

Привод агрегатов	Источники шума	Характер шума	Звуковая мощность, дБ
Территория КС			
ГТУ	ВЗК	Постоянный высокочастотный, тональный	100–115
ГМК	Шахты выхлопа	Постоянный среднечастотный, тональный	100–140
	Трубопроводы технологической обвязки нагнетателей	Постоянный высокочастотный, тональный	100–120
	Ограждающие поверхности цеха	Постоянный широкополосный, средне- и высокочастотный	70–80
	Вентиляторные градирни	Постоянный широкополосный	80–90
	Шахты выхлопа	Непостоянный широкополосный, низкочастотный, прерывистый	90–120
	Трубопроводы технологической обвязки нагнетателей	Непостоянный широкополосный	90–100
Привод агрегатов			
ГМК ЭГПА АГТУ	Ограждающие поверхности цеха	Постоянный широкополосный	60–70
	Вентиляторы воздушного охлаждения	Постоянный среднечастотный, широкополосный	80–90
	Трубопроводы технологической обвязки нагнетателей	Постоянный тональный, высокочастотный	100–120
	Контейнеры нагнетателя	Постоянный широкополосный или тональный	110–130
	Контейнеры двигателя	Постоянный широкополосный или тональный	100–120
	Трубопроводы технологической обвязки нагнетателей	Постоянный широкополосный или тональный, высокочастотный	100–120
	Шахты всасывания	Постоянный широкополосный или тональный, высокочастотный	100–120
	Шахты выхлопа	Постоянный тональный или широкополосный, среднечастотный	100–120
Территория жилой застройки			
ГТУ	Шахты выхлопа	Постоянный тональный, среднечастотный	100–120
АГТУ	То же	Постоянный тональный, среднечастотный	100–120
ГМК	То же	Непостоянный низкочастотный, прерывистый	90–100
Машинный зал			
ГТУ	ГТУ	Постоянный широкополосный	115–130
	Отопительные рециркуляционные агрегаты	Постоянный широкополосный	80–90
ГМК	ГМК	Прерывистый широкополосный	100–120
ЭГПА	ЭГПА	Постоянный тональный	80–105
	Мультипликаторы	Постоянный широкополосный	80–95
Зал нагнетателей			
ГТУ	Нагнетатели	Постоянный тональный	100–125
ЭГПА	Нагнетатели	Постоянный тональный	100–125
Помещение ГТУ			
ГТУ	ГТУ	Постоянный широкополосный	105–120
АГТУ	АГТУ	Постоянный тональный или широкополосный	110–130
ЭГПА	ЭГПА	Постоянный тональный	80–105

В результате акустического обследования ряда компрессорных станций с различным типом газотранспортного оборудования (газотурбинным, газомотокомпрессорным, электрическим) были выявлены доминирующие на территории и в помещениях КС, а также в зоне жилой застройки источники шума. На рисунке 1 показаны основные источники шума КС с приводом от стационарных ГТУ и типичные спектры их шума. Прослеживаются характерные максимумы спектров на частоте 500–1 000 Гц (шум выхлопа) и 2 000–4 000 Гц (шум ВЗК).

На рисунке 1 показано изменение спектра шума КС с приводом от ГТУ в зависимости от расстояния. На расстоянии до 0,8–1 км от КС основным источником шума является шахта всасывания ГТУ на частоте 3 000 Гц, а на расстоянии свыше 0,8–1 км от КС – шахта выхлопа на частоте 500 Гц.

Изменение роли доминирующих источников шума обусловлено более интенсивным поглощением высокочастотного шума в воздухе и экранированием расположенных низко по отношению к уровню земли источников шума (ВЗК, трубопроводы технологической обвязки нагнетателей и др.), зелеными насаждениями, рельефом местности, а также зданиями.

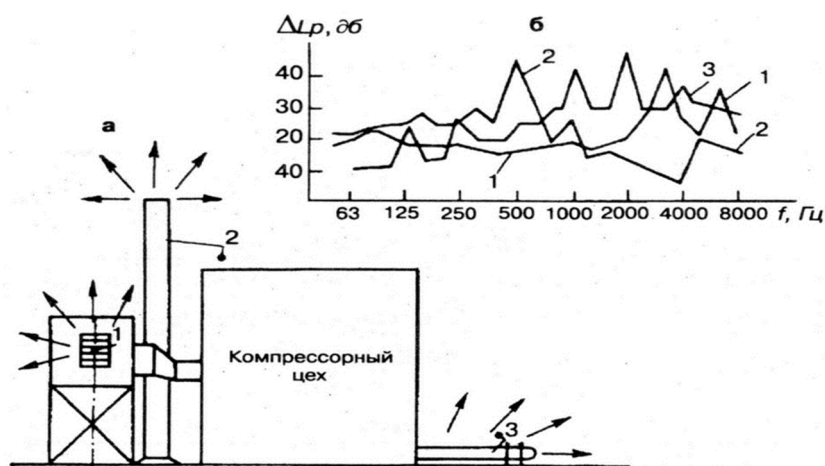


Рисунок 1 – Основные источники шума на компрессорной станции

Литература:

1. Панков В.А., Терехов А.Л. Снижение шума трубопроводов в аэродинамических и газовых системах компрессорных станций // Газовая промышленность. – 1977. – № 2. – С. 135-140.
2. Справочник по судовой акустике / Под редакцией И.И. Ключкина, И.И. Боголепова. – Л. : Судостроение, 1978.
3. Справочник по технической акустике / Под редакцией Хелла и Х.А. Миллера. – Л. : Судостроение, 1980.
4. Иванцов О.М. Проблемы экологической безопасности газотранспортных систем // Юбилейный сборник научных трудов. – Т. 4. – М. : ИРЦ Газпром, 1996.
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., 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.
7. Классификация асфальто-смолистых и парафиновых отложений (АСПО). Механизм образования / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех : Материа-

лы 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. Pankov V.A., Terekhov A.L. Noise reduction of pipelines in aerodynamic and gas systems of compressor stations // Gas Industry. – 1977. – № 2. – P. 135-140.

2. Reference Book on Ship Acoustics / Edited by I.I. Klukin, I.I. Bogolepov. – L. : Shipbuilding, 1978.

3. Handbook of Technical Acoustics / edited by Hell and H.A. Miller. – L. : Shipbuilding, 1980.

4. Ivantsov O.M. Ecological Safety Problems of Gas Transmission Systems // Anniversary Collection of Scientific Works. – Vol. 4. – M. : IRC Gazprom, 1996.

5. Paranuk A.A., Prikhodko M.G., Khronidi V.A. Calculation of shut-off and control valves : a training manual for the implementation of course project for students of all forms of training areas 15.03.02 – «Technological machines 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 by 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 : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

8. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.
9. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. 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.
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 – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.
11. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 1. – P. 156–160.
13. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.
14. Analysis of foam structure during defoaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

КОАЛЕСЦЕНЦИЯ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ

COALESCENCE IN POROUS MEDIA

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Описаны насадки по механизму коалесценции, представлены основные стадии коалесценции в пористых средах, рассмотрены факторы влияющие на эффективность коалесценции.

Ключевые слова: коалесценция, гидродинамические насадки, контактные насадки, адгезия, смачивание, пористые среды.

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 nozzles on the mechanism of coalescence are described, the main stages of coalescence in porous media are presented, and the factors affecting the efficiency of coalescence are considered.

Keywords: coalescence, hydrodynamic nozzles, contact nozzles, adhesion, wetting, porous media.

Теоретические и экспериментальные работы по коалесценции в пористых средах были выполнены отечественными и зарубежными исследователями. На коалесцирующую способность испытаны гранулированные и волокнистые материалы, металлические экраны и сетки.

Насадки по механизму коалесценции делятся на :

- гидродинамические;
- контактные.

Гидродинамические насадки действуют как механические структуры, удерживающие капли в тесном контакте. Процесс и эффект коалесценции в таких насадках в значительной степени зависят от режима течения эмульсии по поровым каналам и их размеров. Из-за сложности обеспечения оптимальных гидродинамических условий в промышленных установках этот тип насадок применяется ограниченно.

В контактных насадках процесс коалесценции основан на адгезии и смачивании материала насадок дисперсной фазой. В общем случае выделяют три основные стадии коалесценции в пористых средах :

- сбор капель,
- проход через слой,
- удаление с выходной поверхности.

Экспериментально доказано, что независимо от типа насадки капли собираются на ее поверхности и удерживаются, пока силы адгезии превышают силы вязкостного

сопротивления. В течение этого времени капли коалесцируют, силы адгезии не уравновешивают сил вязкостного сопротивления, что приводит к их отрыву от волокон и захвату потоком сплошной фазы.

Удаление с выходной поверхности в гидродинамических и контактных насадках в зависимости от режима происходит следующим образом. В первом случае макроскопические глобулы собранной дисперсной фазы, имеющие диаметр менее миллиметра, отходят от пористой среды из относительно постоянных точек выходной наружной поверхности; во втором случае удаление происходит из слоя дисперсной фазы, образовавшегося на выходной наружной поверхности насадки и разрушаемого потоком сплошной фазы. При этом размер капель соизмерим с толщиной слоя.

Процесс коалесценции в пористых средах зависит от конструктивных факторов (общая поверхность насадки; размеры и характер пор; толщина пористого слоя; диаметр волокна; шероховатость поверхности материала насадки) и физических факторов (скорость потока; вязкость, плотность, полярность жидкостей; поверхностное натяжение материала насадки и разделяемых продуктов). Эффективность коалесценции имеет прямую (пропорциональную) зависимость от общей поверхности насадки. Коалесценция капель размером до 1 мкм зависит от шероховатости и толщины пористого слоя. Такие капли значительно меньше равновесных капель на гладкой поверхности и по форме близки к сферам. Они не коалесцируют на поверхности, а задерживаются в точках шероховатости на время, достаточное для соприкосновения с другими каплями. Смачиваемость материала насадки для таких капель не является доминирующим фактором. В качестве материала предпочтительны микроскопические тонкие (1...10 мкм) шероховатые волокна.

Структура такой насадки определяет толщину пористого слоя. Эти слои плотнее применяемых для коалесценции крупных капель. При толщине слоя более 25...50 мм наблюдается резкое снижение эффективности коалесценции. Это объясняется тем, что внутри слоя происходят разрыв и коалесценция, и по мере увеличения толщины слоя начинает превалировать разрыв.

Для гидродинамических насадок предпочтительна высокая пористость с многолабиринтным характером пор. При соотношении диаметра пор $< 1_n$ входного участка к диаметру капель и, менее 0,4 последние не проникают, а собираются у входной поверхности, при $0,4 < d_n / d < 0,8$ капли проходят через отверстия пор, если кинетическая энергия потока не превышает энергию, необходимую для деформации капель. По Спилману и Горину, размер капель на выходе из насадки соответствует среднему диаметру пор и пропорционален диаметру волокон пористой структуры выходящего участка. Следовательно, в гидродинамической насадке по направлению к выходу должен увеличиваться диаметр пор и волокон.

Важным фактором, влияющим на эффективность коалесценции, является скорость потока в пористой среде. Как правило, ее относят к общей площади поперечного сечения насадки. Скорость потока имеет критическую величину, после которой с увеличением скорости эффективность коалесценции ухудшается. Критическая величина скорости повышается с увеличением поверхностного (межфазного) натяжения на границе раздела фаз, при снижении вязкости сплошной и дисперсной фаз, возрастании толщины пористого слоя.

Эффективность коалесценции увеличивается с понижением вязкости сплошной фазы, повышением вязкости дисперсной фазы и разности плотностей разделяемых жидкостей.

Большое влияние на процессы коалесценции и диспергирования оказывает поверхностное натяжение фаз. Эффективность коалесценции понижается с уменьшением межфазного натяжения, при этом усиливается процесс диспергирования. Поверхностное натяжение сред характеризует важные для коалесценции в пористых средах явле-

ния: адгезию и смачиваемость. Адгезия обуславливает взаимодействие между твердым телом и находящейся в контакте с ним жидкостью, смачивание – явление, возникающее в результате взаимодействия. Адгезия и смачиваемость характеризуются величиной поверхностного натяжения контактирующих сред и краевым углом смачивания, который определяется соотношением сил притяжения жидкости к твердой поверхности и сил взаимного притяжения частиц самой жидкости.

На сегодняшний день разработаны и исследованы коалесцирующие элементы, изготовленные путем набора на каркас полимерных колец с радиальными и кольцевыми каналами, а также элемент, технология которого предусматривает намотку стекломатов марки АТМ–1 с содержанием 5 %-го водного раствора поливинилацетатной эмульсии. Длина элемента – 1 м, диаметр внутренний – 0,09 м, наружный – 0,16 м. Основные характеристики элементов из полимерных колец:

- длина – 0,5 м;
- внутренний диаметр – 0,049 м, наружный – 0,067 м;
- число колец – 310...330, размер каналов полимерного кольца – 95 мкм.

По эффективности элементы из полимерных колец значительно уступают насадкам из стекловолокна, а усовершенствованный элемент из стекловолокна имеет более низкую критическую скорость разделения по сравнению с ранее испытанными насадками. Это объясняется низким процентом содержания связующего в стекломатах, недостатками в технологии изготовления матов и коалесцирующих элементов из них. В свою очередь, коалесцирующий элемент из полимерных колец представляет собой гидродинамическую насадку, так как выполнен из низкоэнергетических материалов. Эффективность таких насадок в значительной степени зависит от поверхности коалесценции, размера и структуры каналов, диаметра каналов на выходе из насадки. Низкая эффективность элемента обусловлена слаборазвитой поверхностью коалесценции и неоптимальным размером каналов для коалесценции исследуемого типа дисперсий.

Литература:

1. 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.
2. 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.
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., 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.
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.

Literature:

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

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

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 and control valves : a training manual for the implementation of the course project 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 by 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 : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 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 75th anniversary of Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

9. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. Review of world experience / A.V. Polyakov [etc.] // 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.

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 – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.

11. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 1. – P. 156–160.

13. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

**МЕТОД СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ
ПРИ ОТГРУЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

**METHOD FOR REDUCING THE LOSS OF LIGHT OIL FRACTIONS
DURING SHIPMENT BY RAIL**

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Описаны основные методы сокращения потерь легких фракций нефти при отгрузке железнодорожным транспортом, рассмотрены преимущества и недостатки.

Ключевые слова: легкие фракции, бензин, струйно-абсорбционная установка, струйный аппарат, узел захлаживания, нефтепродукты, струйные аппараты.

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 main methods of reducing the loss of light fractions of oil during shipment by rail are described, the advantages and disadvantages are considered.

Keywords: light fractions, gasoline, jet-absorption unit, jet apparatus, cooling unit, petroleum products, jet apparatuses.

Сокращение потерь при отгрузке легких углеводородов позволяет сохранить бензиновую фракцию, которая является ценным сырьем и значительно влияет на стоимость товарной нефти. Чем выше качество нефти, тем больше в ней содержится легких углеводородов.

Сегодня в нефтяной промышленности применяются различные методы снижения потерь легких нефтепродуктов при отгрузке. Системы улавливания легких углеводородных фракций считаются на сегодняшний день наиболее перспективными.

Существует несколько способов улавливания легких органических веществ. Наиболее применимыми для нефтяной промышленности являются струйно-абсорбционный и мембранный методы улавливания.

Принцип работы струйно-абсорбционной установки приведен на рисунке 1.

Паровоздушная смесь (I) с эстакады налива нефти подается на вход струйного аппарата 1. В качестве рабочей жидкости в струйном аппарате используется бензин, подаваемый с помощью насоса 4. В результате процесса эжектирования в струйном аппарате происходит сжатие паровоздушной смеси и абсорбция бензиновых паров рабочей жидкостью.

Жидкостно-газовые струйные аппараты предназначены для сжатия парогазовых смесей любого состава за счет энергии высокоскоростного жидкостного потока. Они применяются для сжатия низконапорных газов на предприятиях нефтегазодобывающей отрасли; создание вакуума в технологических аппаратах нефтеперерабатывающих,

нефтехимических и других предприятий, в конденсаторах паровых турбин, при дегазации различных жидкостей и др.

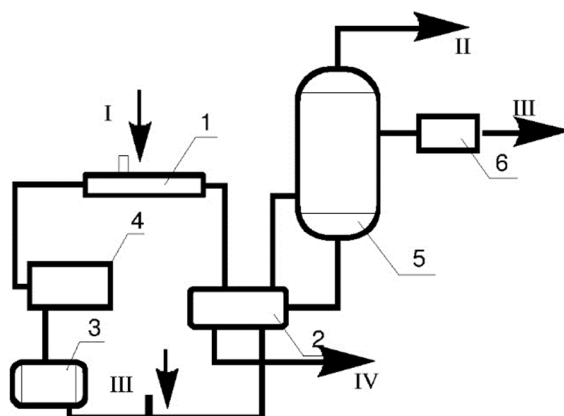


Рисунок 1 – Схема струйно-абсорбционной системы: 1 – жидкостно-газовый струйный аппарат; 2 – сепаратор-абсорбер; 3 – теплообменник; 4 – насос; 5 – абсорбер; 6 – узел захлаживания; I – паро-воздушная смесь углеводородов; II – очищенный воздух; III – новая рабочая жидкость; IV – избыток рабочей жидкости

После струйного аппарата газожидкостная смесь попадает в сепаратор-абсорбер 2, где происходит дальнейшая абсорбция паров бензина рабочей жидкостью и отделение воздуха. Окончательная доочистка воздуха от углеводородных паров происходит в абсорбере 5, в который в качестве абсорбента подается бензин, охлажденный в узле захлаживания 6. Очищенный от углеводородов воздух после абсорбера 5 выводится в атмосферу.

Давление в абсорбере 5 поддерживается с помощью клапана регулятора, установленного на линии вывода газа из струйно-абсорбционной системы. Циркулирующая рабочая жидкость из сепаратора 2 подается на охлаждение в холодильник 3 (устанавливается в случае необходимости), после чего она поступает на прием насоса 4. Для обновления рабочей жидкости предусмотрена подпитка (III) свежим бензином. Избыток рабочей жидкости IV через клапан-регулятор уровня в сепараторе 2 отводится из установки на эстакаду либо в резервуарный парк.

Для эстакад налива нефти рабочей жидкостью струйно-адсорбционной установки служит сама нефть или бензин.

Степень улавливания углеводородов достигает 93–96 % при наливе нефти.

Основными преимуществами струйно-абсорбционной установки улавливания углеводородов являются :

- использование при работе струйно-абсорбционной установки из всех внешних ресурсов только энергии;
- отсутствие потребности в расходных материалах;
- высокая конструктивная надежность и простота эксплуатации;
- высокий уровень взрыво- и пожаробезопасности ввиду отсутствия в струйных аппаратах контакта движущихся механических элементов со сжимаемым газом и размещения струйно-абсорбционной системы на открытой площадке;
- низкая чувствительность струйно-абсорбционной системы к наличию в откачиваемом газе капель конденсата, агрессивных веществ и твердых частиц;
- низкие капитальные затраты струйно-абсорбционной установки вписывается в действующую инфраструктуру предприятия;
- простота ремонта в условиях любого предприятия налива и хранения нефти

Недостатком является возможность использования только при герметизированном сливе налива на транспорте.

Литература:

1. Коршак А.А., Коробков Г.Е., Муфтахов Е.М. Нефтебазы и АЗС : учебное пособие. – Уфа : ДизайнПолиграфСервис, 2006. – 416 с.
2. Бунчук В.А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа. – М. : «Недра», 2007. – 366 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.
13. 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.
14. 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. Korshak A.A., Korobkov G.E., Muftakhov E.M. Oil depots and gas stations: a training manual. – Ufa : DizaynPoligrafServis, 2006. – 416 p.

2. Bunchuk V.A. Transportation and storage of oil, oil products and gas. – M. : Nedra, 2007. – 366 p.
3. Paranuk A.A., Prikhodko M.G., Khrisonidi V.A. Calculation of shut-off and control valves : a training manual for the implementation of the course project for students of all forms of training areas 15.03.02 – «Technological machinery and equipment», 21.03.01 – «Oil and gas business». – Krasnodar, 2016.
4. 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 by young scientists. – Krasnodar, 2020. – P. 19–21.
5. 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 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.
6. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.
7. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. 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.
8. 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. – V. 1. – P. 62–65.
9. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.
10. 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. – V. 1. – P. 156–160.
11. 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. – V. 1. – P. 281–284.
12. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.
13. 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. – V. 3. – P. 162–166.
14. Analysis of pipeline leakage control ways / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ШУМА В ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВКАХ

METHODS OF NOISE REDUCTION IN GAS TURBINE INSTALLATIONS

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Описаны основные методы снижения шума в газотурбинных установках, представлены преимущества и недостатки данных методов.

Ключевые слова: газотурбинные установки, нагнетатели, турбина, трубопровод, корпуса, диффузоры, шум.

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 main methods of noise reduction in gas turbine installations are described, the advantages and disadvantages of these methods are presented.

Keywords: gas turbine installations, superchargers, turbine, pipeline, housings, diffusers, noise.

Практически все составные части газоперекачивающих агрегатов являются источниками шума высокого уровня – аэродинамические шумы систем всасывания компрессора и выхлопа турбины, структурные шумы корпусов газотурбинных установок и нагнетателя имеют уровни 105...120 дБ, структурные шумы трубопроводов технологической обвязки и аэродинамические шумы вентиляторов систем охлаждения несколько меньше – 90...105 дБ.

Поставляемые изготовителями устройства звукоизоляции структурного шума корпусов (кожуха и контейнеры) и трубопроводов (облицовка), а также пластинчатые глушители аэродинамического шума всасывания и выхлопа существенно снижают уровни шума на рабочих местах и вокруг компрессорных станций на 15... 20 дБ. Однако для того, чтобы шум компрессорной станции снизить до требуемых уровней, необходимо провести серьезные дополнительные исследования.

Проблема кардинального снижения шума газовых турбин – одна из самых актуальных и труднорешаемых в энергетическом машиностроении.

Основным физическим источником шума газотурбинных установок являются переменные аэродинамические силы, возникающие в результате взаимодействия нестационарных потоков воздуха на всасывании и газов на выхлопе с входным патрубком, лопаточными аппаратами и выходным патрубком. Неравномерный поток образуется при обтекании газами (и воздухом) решеток профилей.

Основные пути снижения шума газотурбинных установок:

1. Наиболее эффективным и универсальным средством снижения неравномерности потока и соответствующего уменьшения шума на лопаточной частоте является увеличение осевого межвенцового зазора между направляющим аппаратом и рабочим колесом.

Причиной шума на оборотной частоте вращения ротора может быть неравномерность потока во входном и выходном патрубках (в местах несимметричного отбора рабочей среды из-за отклонений при изготовлении лопаточного аппарата) или окружная неравномерность потока у концов лопаток, что вызывается неточностями балансировки и сборки ротора. Один из методов уменьшения колебаний данного типа – выбор эффективных конструкции радиальных уплотнений рабочего колеса.

Неравномерность потока во входном и выходном патрубках можно значительно выровнять, применив асимметричные конфузоры (на входе в компрессор) и диффузоры (на выходе из турбины).

Основная причина широкополосной составляющей шумов всасывания и выхлопа – турбулентные процессы при течении рабочей среды по газоздушным трактам. Кроме того, через выхлопной тракт распространяются звуковые колебания, генерируемые в камере сгорания газотурбинных установок.

Наиболее перспективным способом уменьшения интенсивности широкополосного шума является снижение скорости потока во входном или выходном тракте. Один из способов реализации этой идеи – эжектирование тормозящего потока по периферии тракта.

2. Шумы всасывания и выхлопа можно существенно уменьшить в результате абсорбционного глушения посредством расположения во входном и выходном трактах пластинчатых глушителей. В последнее время все чаще применяют многослойные звукопоглощающие пластины, состоящие из нескольких слоев материала, что обеспечивает широкие возможности формирования частотной характеристики поглощения. При этом используются разделительные шумопоглощающие пластины обтекаемой формы, изогнутые пластины – разделители на поворотах, на конфузорных и диффузионных участках канала, что уменьшает аэродинамическое сопротивление потоку.

3. Если абсорбционные глушители наиболее эффективны на высоких частотах, для снижения шума средних и низких частот более предпочтительны поглотители резонансного типа, простейшим из которых является ограниченная воздушная полость, соединенная отверстием со звуковым потоком. Конструкция резонансного звукопоглотителя представляет собой перфорированную панель, расположенную параллельно стенке, на некотором расстоянии перед ней. Очень перспективной конструкцией низкочастотного поглотителя является резонансный звукопоглотитель с жестким экраном, установленным на малом расстоянии от отверстий резонатора. Инерционное сопротивление в таком поглотителе значительно больше по сравнению с обычным резонансным звукопоглотителем без экрана. В результате резонансная частота может быть значительно понижена без увеличения размеров, причем снижение частоты увеличивается по мере приближения экрана к отверстию. Диссипативные потери в резонансном звукопоглотителе с экраном увеличиваются из-за действия вязкости и теплопроводности в узком зазоре между экраном и передней панелью поглотителя, что существенно расширяет полосу фильтраций шума.

4. Принципы работы реактивных глушителей могут быть реализованы в газоздушных трактах газотурбинных установок в виде расширительных камер, представляющих собой участки каналов с увеличенным поперечным сечением, размеры которых сравнимы с длинами звуковых волн. Расширительные камеры могут служить широкополосными и весьма эффективными отражателями звука. Причем из-за простоты конструкции и практически неограниченного ресурса они имеют определенные преимущества перед традиционными звукопоглощающими устройствами.

5. В некоторых случаях, например, для гашения шума в низкочастотном диапазоне, где традиционные методы малоэффективны, можно считать целесообразным применение активных методов шумоглушения, которые можно представить следующим образом: система микрофонов обеспечивает прием сигналов первичного звукового поля, электронная система производит обработку принятых сигналов и формирует сигналы для излучателей

вторичного звукового поля, которые создают в заданной области пространства вторичное поле, интерферирующее в противофазе с первичным. Использование активного метода шумоглушения в газоздушных трактах ГТУ, где интерференцию можно сочетать со звукопоглощением, должно привести к существенному эффекту.

На практике, как правило, применяют глушители комбинированного типа, включающие звукопоглощающие и звукоотражающие элементы. По имеющимся данным, введение элементов поглощения звуковой энергии в реактивные глушители всегда благотворно сказывается на их показателях. Поглощающие элементы ослабляют эффекты отражения звука от устройств реактивного типа. Реактивные глушители лишь перераспределяют потоки звуковой энергии. Поэтому в газоздушных трактах газотурбинных установок из-за небольшой диссипации звуковой энергии в естественных поглотителях (рабочая среда, стенки канала, вихри в потоке) в реактивные глушители необходимо ввести поглощающие элементы.

Использование реактивных элементов глушения в абсорбционных глушителях пластинчатого типа, применяемых в трактах всасывания и выхлопа газотурбинных установок, ограничивается жесткими требованиями по аэродинамическому сопротивлению тракта.

Известно, что наиболее эффективно работает входная часть пластинчатого глушителя, длина которой составляет порядка трех калибров канала между пластинами глушителя. Поэтому замена одного протяженного пластинчатого глушителя несколькими короткими при надлежащей конструкции реактивного глушителя между ними заметно повысит эффективность шумоглушения в тракте.

Еще один способ – использование неплоских (волнообразных) пластин. Волнообразная стенка способствует рассеиванию звука в обратном направлении и ослабляет распространение высокочастотного звукового излучения по каналу.

Выполненный анализ показывает, что наиболее эффективна разработка устройств шумоглушения комбинированного типа, включающих в себя элементы звукопоглощения и звукоизоляции.

Литература:

1. Панков В.А., Терехов А.Л. Снижение шума трубопроводов в аэродинамических и газовых системах компрессорных станций // Газовая промышленность. – 1977. – № 2. – С. 135-140.
2. Справочник по судовой акустике / Под редакцией И.И. Клюкина, И.И. Боголепова. – Л. : Судостроение, 1978.
3. Справочник по технической акустике / Под редакцией Хелла и Х.А. Миллера. – Л. : Судостроение, 1980.
4. Иванцов О.М. Проблемы экологической безопасности газотранспортных систем // Юбилейный сборник научных трудов. – Т. 4. – М. : ИРЦ Газпром, 1996.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Технология транспортировки высоковязких нефтей, используя метод подогрева. Обзор мирового опыта / А.В. Поляков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех : Материа-

лы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 153–156.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.

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. Pankov V.A., Terekhov A.L. Noise reduction of pipelines in aerodynamic and gas systems of compressor stations // Gas Industry. – 1977. – № 2. – P. 135-140.

2. Reference Book on Ship Acoustics / Edited by I.I. Klukin, I.I. Bogolepov. – L. : Shipbuilding, 1978.

3. Handbook of Technical Acoustics / edited by Hell and H.A. Miller. – L. : Shipbuilding, 1980.

4. Ivantsov O.M. Ecological Safety Problems of Gas Transmission Systems // Anniversary Collection of Scientific Works. – Vol. 4. – M. : IRC Gazprom, 1996.

5. 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 papers by young scientists. – Krasnodar, 2020. – P. 19–21.

6. 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 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

7. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

8. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. 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.

9. 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. – V. 1. – P. 62–65.

10. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.
11. 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. – V. 1. – P. 156–160.
12. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.
13. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.
14. 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. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

ОСАЖДЕНИЕ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ В СИСТЕМЕ ЖИДКОСТЬ-ЖИДКОСТЬ

DEPOSITION OF A DISPERSED PHASE IN A LIQUID-LIQUID SYSTEM

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Представлена общая научная основа гравитационного осаждения, описана теория идеального прямоугольного горизонтального отстойника, отображены необходимые допущения при построении математической модели.

Ключевые слова: гидродинамические условия, основы гидравлики, теория коалесценции, закон Стокса, локальные возмущения, отстойник, гравитационное осаждение, математическая модель.

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 general scientific basis of gravitational settling is presented, the theory of an ideal rectangular horizontal sump is described, the necessary assumptions are displayed when constructing a mathematical model.

Keywords: hydrodynamic conditions, fundamentals of hydraulics, coalescence theory, Stokes law, local perturbations, sump, gravitational settling, mathematical model.

Общую научную основу гравитационного осаждения составляют : теория дисперсных систем:

- гидродинамика жидкостей, содержащих частицы других жидкостей;
- теория разделения несмешивающихся жидкостей;
- теория коалесценции.

Исходным теоретическим положением в разработке научных основ отстаивания является решение задачи об обтекании жидкостью твердого тела ограниченного размера.

В непрерывно действующих отстойниках разделение жидкостных дисперсий осуществляется как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении основных потоков.

Наиболее полно разработана теория отстаивания в горизонтальных аппаратах. Заложены основы гидравлики реальных отстойников и введена численная характеристика их работы в зависимости от площади отстойника и высоты осаждения :

$$\frac{Q}{S} = \frac{H}{t}, \quad (1)$$

где Q – расход воды в отстойнике, м³; S – площадь отстойника, м²; H – высота отстойника, м; t – время прохождения воды через отстойник.

Разработана теория идеального прямоугольного горизонтального отстойника, в котором выделена зона впуска исходной смеси; отстаивания; выпуска очищенной жидкости; сбора примесей. Принято, что во всех районах отстаивания направление потока

горизонтальное и скорости потока одинаковые; во всех точках вертикального сечения при переходе из зоны впуска в зону отстаивания концентрации и размеры взвешенных частиц одинаковы; осаждающиеся частицы, достигающие дна зоны отстаивания, удаляются из отстойника.

По закону Стокса, с учетом принятых допущений, можно найти время осаждения капли:

$$t = \frac{H}{W}, \quad (2)$$

где t – время прохождения воды через отстойник, с; H – высота отстойника, м; W – скорость осаждения частицы, м/с.

Приравняв время пребывания капли в отстойнике к времени осаждения, получим длину отстойной зоны:

$$\frac{L}{V} = \frac{H}{W}, \quad (3)$$

где L – длина отстойника, м; V – линейная скорость в отстойнике, м/с.

Модель не учитывает процессы коалесценции в системе, гидродинамическое взаимодействие осаждающихся частиц и гидродинамический режим потока. Она предполагает образование коалесцирующего клина с плотной упаковкой дисперсных капель рисунок 1. Внутри клина существует межкапельная коалесценция, а на границах клина – коалесценция капель с межфазной поверхностью. Математическая зависимость модели получена на основе материального баланса для дисперсной фазы; баланса общего числа капель. Приняты следующие допущения:

- на входе в отстойник размер капель одинаковый;
- капли рассматриваются как недеформируемые сферы;
- размер капель в любой точке клина характеризуется их средним диаметром; коэффициент заполнения объема в клине и коэффициент заполнения участков на поверхности раздела определяются как средние величины во времени и местоположения;
- локальные возмущения непосредственно перед коалесценцией не оказывают отрицательного воздействия на ее механизм.

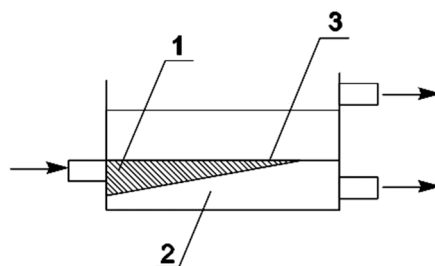


Рисунок 1 – Положение зоны коалесценции тяжелой дисперсной фазы: 1 – коалесценция только между каплями; 2 – коалесценция между каплями и каплями с поверхностью раздела; 3 – конечная поверхность раздела

В реальных аппаратах осаждение происходит в сложных гидродинамических условиях : течения потока различны – от выраженного турбулентного до близкого к ламинарному. Неравномерность потока характеризуется наличием застойных зон, струйных течений, циркуляционных токов. В результате фактическое время пребывания эмульсии в отстойной зоне значительно отличается от расчетного.

Большое значение придается конструктивным факторам в формировании структуры потока в отстойнике. Считается, что входные устройства, являясь гасителями энергии потока, должны создавать условия для формирования ламинарного течения

жидкости в отстойной зоне и обеспечивать равномерное поле скоростей по сечению отстойника. Для этого чаще используются методы и приемы выравнивания потока, разработанные для однофазных течений: выравнивающие решетки, дырчатые листы, распределители большого сопротивления.

Однако, как показали исследования, конструкция входного устройства, позволяющая осуществить относительно равномерное распределение однофазного потока, не оказывает существенного влияния на фактор перераспределения скоростей в отстойнике. Природа неравномерности связана с потерей устойчивости потока, вызванной перемещением более тяжелой фазы в нижние слои. Спутные течения, образованные падающими частицами, имеют определенную кинетическую энергию и, опускаясь в придонную область, увеличивают в ней скорость движения. Оседающая взвесь при своем движении перемещает жидкость из верхних слоев в нижние, прижимает поток к днищу, увеличивая транспортирующую способность и образуя циркуляционные токи, приводящие к обратному движению очищенной жидкости в верхних слоях.

Литература:

1. 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.
2. 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.
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. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.

13. 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.

Literature:

1. 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. – V. 3. – P. 162–166.

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

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. 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 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.

6. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

7. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. 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.

8. 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. – V. 1. – P. 62–65.

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

10. 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. – V. 1. – P. 156–160.

11. 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. – P. 281–284.

12. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.

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

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ ОБВЯЗКИ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE PIPELINE PIPING OF COMPRESSOR STATIONS

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Представлена обобщенная оценка технического состояния трубопроводной обвязки компрессорной станции.

Ключевые слова: компрессорная станция, магистральные газопроводы, технологические трубопроводы, авария, надежность, долговечность, пылеуловители, запорно – регулирующая арматура, шлейфы.

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. A generalized assessment of the technical condition of the pipeline piping of the compressor station is presented.

Keywords: compressor station, main gas pipelines, process pipelines, accident, reliability, durability, dust collectors, shut-off and control valves, loops.

Современные компрессорные станции магистральных газопроводов представляют собой сложную гибкую техническую систему, характеризующуюся значительным количеством и номенклатурой технологического оборудования, довольно большим периодом эксплуатации и давлениями перекачки газа на выходе до 25 МПа. Повышенные требования к экологической безопасности компрессорных станций обуславливают необходимость обеспечения надежной, безотказной работы всего комплекса оборудования и своевременное предупреждение аварийных и опасных ситуаций.

Аварии на компрессорных станциях, кроме экономического ущерба от их простоя, потеря газа и немалых затрат на ликвидацию аварий создают значительную угрозу для окружающей среды, особенно в густонаселенных и курортных зонах размещения этих объектов. В этих условиях большое значение приобретают вопросы обеспечения надежности функционирования оборудования компрессорных станций.

В настоящее время известно около десяти различных методов анализа надежности, риска и безопасности эксплуатации сложных технических систем. Все они направлены на изучение последствий аварий и отказов оборудования, выработку правильных решений для предотвращения катастрофических последствий, а так же проведения диагностики потенциально опасных подсистем, их своевременной регулировки и ремонта с целью сохранения работоспособности в течение заданного технической документацией периода.

Аварийное или опасное сочетание событий представляет собой определенный набор исходных событий, и если эти исходные события случаются все в определенной последовательности, то существует гарантия, что конечное событие (авария) все же происходит. В этом случае, перед специалистами, осуществляющими диагностику оборудования, ставится задача : четко провести различие между последовательностью событий для отдельного узла или элемента системы, не приводящих к отказам с тяжелыми последствиями и нежелательными событиями, которые могут привести к аварийным отказам всей технической системы.

Сложные технические системы, такие как компрессорные станции, включающие в себя не только сами компрессорные агрегаты, но и большое количество систем и устройств их обслуживающих, могут иметь множество разнообразных видов отказов, в том числе и аварийных. Чтобы упростить анализ необходимо вводить в рассмотрение только те виды отказов, которые являются для данной технической системы основными в том смысле, что для возникновения аварийного отказа один или несколько обязательно предшествующих отказов (или возникновения опасных ситуаций) должны произойти.

Анализ видов отказов является индуктивным методом изучения технического состояния объекта, с помощью которого систематически, на основе последовательного рассмотрения одного элемента за другим исследуются все возможные виды отказов или аварийные ситуации, выявляются их результирующие воздействия на систему. Кроме того, выявляются и анализируются отдельные аварийные ситуации и виды отказов элементов для того, чтобы определить их воздействие на другие близлежащие элементы или систему в целом. Только такой комплексный подход к этой проблеме и является залогом успешности проведения диагностических операций.

Компрессорная установка, а так же функционально связанные с ней агрегаты, аппараты и устройства и трубопроводы являются составной частью системы эксплуатационной диагностики. Выбор методов и средств технического диагностирования основных узлов и элементов компрессора в условиях эксплуатации во многом определяется их контролепригодностью.

Для успешного проведения диагностических операций компрессорную станцию следует представить в виде взаимосвязанных подсистем и элементов с иерархической структурой связей. Каждая подсистема, решая конкретную задачу, обеспечивает достижение общей цели. В свою очередь, подсистемы необходимо расчленить, на конечное число более простых узлов до тех пор, пока не получим элемент, который в условиях данной подсистемы не подлежит разделению на части. Диагностирование таких подсистем возможно независимо друг от друга, так как элементы системы работают во взаимодействии, но выполняют разные функции.

На первом этапе изучения причин и последствий возникновения опасных ситуаций необходимо составить гистограмму частот распределения различного вида отказов, отнесенных к общей схеме взаимосвязи подсистем, узлов и элементов для всех основных типов оборудования.

В принципе такая гистограмма может служить общей наглядной оценкой надежности всех конструкций компрессорной станции и является ключевой входной величиной для модели последовательности развития событий.

На рисунке 1 представлена гистограмма распределения дефектов по основным узлам технологического оборудования компрессорных станций.

Следующим шагом в общей схеме анализа отказов и их последствий является изучение статистики видов отказов по каждой подсистеме или элементу входящих в изучаемую техническую систему. Так как подсистемы компрессорной установки функционируют во взаимодействии, выполняя одну техническую задачу, то необходимо рассмотреть так же взаимовлияние отказов одной системы на появление опасных ситуаций в другой. Далее, для большей детализации и выявления истинных причин проис-

шествий и отказов необходимо по каждому выявленному блоку произвести анализ причинно-следственных связей (задачи «гене́за») вызвавших ту или иную опасную ситуацию. Результаты этого анализа и есть принципиальная основа формирования последовательности процедур технической диагностики.

В данном случае наибольший интерес представляет статистика отказов подземных технологических трубопроводов рисунок 1–37 % от общего количества отказов всего комплекса оборудования компрессорных станций. Поэтому, в соответствии с тем же принципом, что и для всего комплекса оборудования и агрегатов КС, необходимо выполнить статистический анализ основных причин отказов технологических трубопроводов (рис. 2).

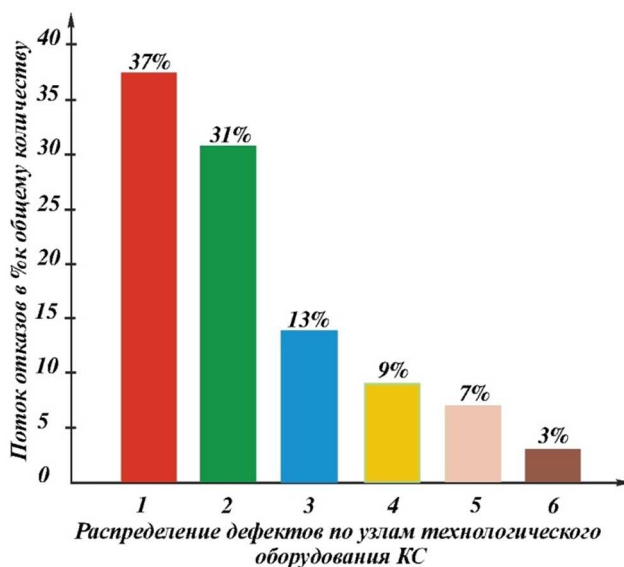


Рисунок 1 – Распределение дефектов по узлам технологического оборудования компрессорной станции: 1 – подземные трубопроводы; 2 – пылеуловители; 3 – компрессорные установки (механическая часть, КИП и А, система маслоснабжения); 4 – АВО газа; 5 – запорно-регулирующая арматура; 6 – шлейфы

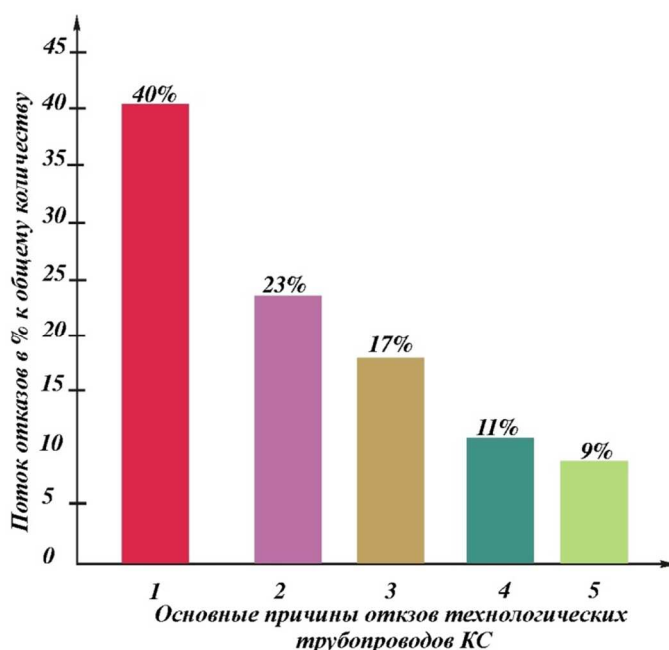


Рисунок 2 – Статистический анализ основных причин отказов технологических трубопроводов: 1 – повышенный уровень низкочастотной вибрации*; 2 – дефекты изготовления; 3 – механические повреждения; 4 – коррозия; 5 – нарушение герметичности соединений и трубопроводов

Данная гистограмма может служить общей наглядной оценкой надежности исследуемого оборудования и является ключевой входной величиной для модели последовательности развития событий.

Удельный вес технологических трубопроводов в оборудовании компрессорных станций велик. Рабочее пространство представляет собой переплетение технологических трубопроводов различного технологического назначения. В непосредственной близости друг от друга могут быть расположены технологические трубопроводы низкого (меньше 1,6 МПа) и высокого давления (больше 10 МПа), низкотемпературные (ниже – 40 °С) и высокотемпературные (выше 450 °С), с малоагрессивными и высокоагрессивными средами, а также с различными режимами течения потока : ламинарным, критическим или турбулентным. По технологическим трубопроводам могут перекачиваться взрыво – и пожароопасные вещества, горючие газы и легко воспламеняющиеся жидкости. В этих условиях аварийный разрыв одного из трубопроводов может привести к разрыву соседних технологических трубопроводов, по которым могут перекачиваться агрессивные и взрывоопасные среды, что приведет к крупномасштабной аварии и выходу из строя химико-технологических систем.

Анализируя результаты обработки данных по причинам отказов технологических подземных трубопроводов компрессорных станций, следует особо акцентировать внимание на том, что наиболее весомой причиной их повреждений рисунок 2 является низкочастотная вибрация, которая составляет до 40 % от общего количества отказов. Это оказывает весьма существенное влияние на технологическую и экономическую составляющие эффективности эксплуатации компрессорных станций, поэтому своевременное выявление причин возникновения факторов воздействия на систему, вызывающих значительные низкочастотные вибрации, и возможность оперативной регулировки режимов перекачки газа с целью их устранения весьма актуально.

Литература:

1. Хенли Д., Кумamoto Х. Надёжность технических систем и оценка риска. – М. : Мир, 1987. – 528 с.
2. Кунина П.С., Павленко П.П.. Диагностика газоперекачивающих агрегатов с центробежными нагнетателями. – Ростов-на-Дону : изд-во РГУ, 2001. – 362 с.
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.

10. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.

11. 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.

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. Henley D., Kumamoto H. Reliability of Technical Systems and Risk Assessment. – М. : The World, 1987. – 528 p.

2. Kunina P.S., Pavlenko P.P.. Diagnostics of gas compressor units with centrifugal blowers. – Rostov-on-Don : publishing house of Russian State University, 2001. – 362 p.

3. Classification of asphalt-resin and paraffin deposits (ARPD). Mechanism of formation / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75-th anniversary of the Victory in 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

5. Technology of transportation of high-viscosity oils using the method of underheating. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // 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 : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.

7. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.

8. 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. – V. 1. – P. 156–160.

9. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

10. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [etc.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.

11. 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.

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

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

РАЗДЕЛЕНИЕ НЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

SEPARATION OF PETROLEUM EMULSIONS IN AN ELECTRIC FIELD

Дубов Виталий Викторович

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

Аннотация. Описаны основные способы разделения эмульсии в электрическом поле, представлены основные достоинства и недостатки используемых способов.

Ключевые слова: электрическое поле, эмульсия, электрофлотация, деэмульсация, методы электрообработки, среда, фаза.

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 main methods of emulsion separation in an electric field are described, the main advantages and disadvantages of the methods used are presented.

Keywords: electric field, emulsion, electroflotation, demulsification, electric treatment methods, medium, phase.

Нефтяные эмульсии состоят из полярной части – воды и неполярной части – углеводородов нефти. В силу различной природы молекул полярной и неполярной жидкости, смешивание не происходит, формируется граница раздела фазы между жидкостями. В эмульсиях выделяют фазу и среду. Значение дисперсности значительно влияет на устойчивость нефтяных эмульсий и способ их разделения в процессе подготовки нефти. По степени дисперсности эмульсии разделяют на:

- грубые;
- средние;
- мелкие.

Нефтяные эмульсии бывают прямые и обратные в зависимости от того что является фазой и средой. Если система нефть в воде – обратная эмульсия, если вода в нефти – прямая эмульсия.

Эмульсии прямого и обратного типа могут разделяться в электрическом поле как постоянного, так и переменного напряжения. При прохождении через электрическое поле под действием индукции происходит поляризация капель токопроводящей жидкости (воды), вытягивание в цепочки и столкновение. Сила взаимодействия капель пропорциональна напряженности поля, радиусу капель, расстоянию между ними. В результате притяжения капли коалесцируют. Электрическая индукция между каплями приводит к поляризации, пробоем и разрушению оболочек на поверхности капель и их слиянию.

В переменном электрическом поле процесс протекает более динамично вследствие пульсирующего изменения полярности. Эмульсия разрушается в несколько раз быстрее.

При высоких напряжениях в эмульсии может возникнуть обратный процесс – дробление капель, причем диспергирование возрастает при увеличении напряженности электрического поля. Для водонефтяных эмульсий диапазон эффективной напряженности составляет 1–4 кВ/см². Время обработки эмульсии в электродегидраторах на оптимальных режимах – 1–2 мин. При повышении содержания воды в эмульсии выше на 2–3 %, возможны пробой и замыкание электродов. Электрообработка нашла широкое применение в очистке сточных вод от нефтепродуктов (масел).

На практике довольно часто также применяют электрофлотацию. При электролизе получают тонкодисперсные пузырьки газа, диаметром 0,02–0,12 мм. Всплывая, пузырьки прилипают к каплям и поднимают их на поверхность в виде пены. Электрофлотация эффективнее газовой флотации благодаря тонкому диспергированию газа. Этот метод используется при очистке сточных вод, которые не поддаются очистке газовой флотацией.

Наилучшие условия электрофлотации : плотность тока 20–30 мА/см², продолжительность флотации 30–40 мин, доза коагулянта 600 мг/л, удельный расход электроэнергии 1,2–4,9 кВт·ч/м². Электрофлотационные устройства компактны и эффективны (при расходе электроэнергии до 0,4 кВт·ч/м² – степень очистки достигает 80–90 %. Пороговое значение размеров глобул нефти, извлекаемых из сточных вод при электрофлотации – 2,5 мкм. Тонкодисперсные эмульсии могут подвергаться разделению методом электрокоагуляции, который основан на анодном растворении металлического алюминия или железа и образовании в прианодном пространстве их ионов, мгновенно превращающихся в гидроокиси. В процессе коагуляции и образования хлопьев гидроокиси обладают высокой адсорбционной и адгезионной способностью. Применение электрокоагуляции в 2–5 раз снижает токсичность воды при ее очистке от нефтепродуктов. Эффективность очистки тонкодисперсной эмульсии составляет 93–97 %. Данный процесс связан с отложениями и пассивацией электродов, снижающих эффективность деэмульсации.

В водоочистке применяется электрофорез для разделения коллоидных растворов, когда диаметр частиц менее 1 мкм. Электрофоретическая камера для извлечения коллоидных частиц с отрицательным зарядом представляет собой фильтр, расположенный в электрическом поле. Направление фильтрации совпадает с направлением силовых линий электрического поля. Коллоидные частицы движутся в противоположную сторону, концентрируются вблизи анода и отводятся. Электрофоретическая подвижность частиц обычно составляет $5 \cdot 10^{-8}$ м²/сВ, с учетом электрофоретического торможения подвижность равна 3,3–10 м²/сВ, напряженность электрического поля достигает 6000 В/м². Остаточное содержание нефтяных примесей в воде после обработки в электрофоретической камере составляет $1 \cdot 10^{-10}$ – $10 \cdot 10^{-3}$ г/л.

На практике чаще всего встречаются комбинированные методы, позволяющие получить наибольший эффект очистки. Часто комбинируются электрофлотация и электрокоагуляция. Методы электрообработки могут применяться в различных сочетаниях с методами фильтрации, ультразвуковой обработкой. Рассмотрена принципиальная возможность использования комбинации фильтрования в поле коронного разряда для деэмульсации углеводородных эмульсий обратного типа. Очистка осуществляется путем наложения электрического поля высокой напряженности непосредственно в зоне фильтрования эмульсии. При наложении высокого напряжения в маловязкой диэлектрической жидкости возникают интенсивные струйные движения смеси истечения электрических зарядов. Эти движения аналогичны электрическому ветру при коронном разряде в газах. Имеющаяся в жидкости дисперсная фаза в виде капель воды может приобретать заряды, а также участвовать в процессе. Комбинацией способов деэмульсации с применением электрокоагуляции в 2–5 раз снижает токсичность воды при ее очистке от нефтепродуктов. Эффективность очистки тонкодисперсной эмульсии составляет 93–97 %.. Данный процесс связан с отложениями и пассивацией электродов, снижающих эффективность деэмульсации.

Литература:

1. 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.
2. 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.
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. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.

Literature:

1. 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. – V. 3. – P. 162–166.
2. Analysis of pipeline leakage control ways / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

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. 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 papers by young scientists. – Krasnodar, 2020. – P. 19–21.
6. 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 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.
7. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.
8. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // 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.
9. 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. – V. 1. – P. 62–65.
10. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.
11. 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. – V. 1. – P. 156–160.
12. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.
13. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.

КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ГРС

OVERHAUL OF GAS DISTRIBUTION STATION

Дубов Виталий Викторович

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

Приходько Марина Геннадьевна

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

Ханюченко Никита Демьянович

ассистент кафедры «Оборудование 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

Аннотация. В данной работе представлена актуальность проведения капитального ремонта ГРС, представлены основные возрастные структуры парка ГРС, представлены основные критерии проведения работ по капитальному ремонту.

Ключевые слова: газораспределительная станция, газоснабжение, капитальный ремонт, диагностика, реконструкция, газоснабжение, газификация.

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

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»,
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

Annotation. This paper presents the relevance of the overhaul of the gas distribution station, presents the main age structures of the gas distribution station park, presents the main criteria for the overhaul.

Keywords: gas distribution station, gas supply, overhaul, diagnostics, reconstruction, gas supply, gasification.

Газораспределительные станции (ГРС), как неотъемлемая часть единой системы газоснабжения Российской Федерации, являются важным и ответственным звеном. В настоящее время в России в эксплуатации находятся более 4 тыс. ГРС и наблюдается ежегодное увеличение общего количества ГРС за счет строительства и ввода в эксплуатацию новых станций, но темпы ежегодного роста количества новых ГРС, к сожалению, еще недостаточны для обновления парка ГРС (рис. 1). Таким образом, тенденция старения парка газораспределительных станций пока сохраняется.

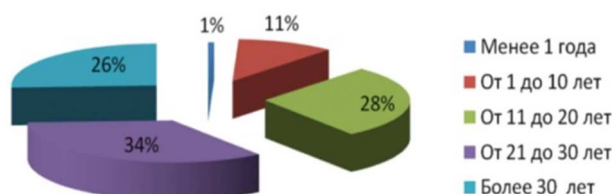


Рисунок 1 – Возрастная структура парка ГРС

Также значительное влияние на техническое состояние и ресурс ГРС оказывает степень загрузки станций. В отдельных случаях по результатам комплексного диагностического обследования ГРС выдается заключение о необходимости проведения капитального ремонта с полной или частичной заменой морально и физически изношенного оборудования и трубопроводов.

Имеющийся рост средней степени загрузки парка действующих ГРС свидетельствует о продолжающейся газификации областей и регионов Российской Федерации и росте потребления газа промышленными предприятиями и жилым сектором, что приводит к тому, что загруженность ГРС распределена крайне неравномерно. Значительную часть парка ГРС (34 %) составляют устаревшие неавтоматизированные и нетелемеханизированные ГРС блочного исполнения, которые требуют частичной или полной замены, с применением передовых технических решений по унификации блоков ГРС.

Реализация поставленной цели опирается на решение двух масштабных задач. Первая, установление фактического технического состояния путем проведения комплексных диагностических обследований и экспертизы промышленной безопасности ГРС. Вторая, доработка нормативно-технической документации.

Ежемесячно осуществляется сбор сведений о ходе выполнения работ по реконструкции, капитальному ремонту и диагностике ГРС. Проводимая работа позволяет своевременно актуализировать систему информационного обеспечения, расширить функциональные возможности корпоративной базы данных, решать задачи по повышению безопасности ГРС, проводить анализ режимов работы станций и в перспективе – автоматизировать процессы формирования предложений о включении в планы ремонтных и диагностических работ на основании совокупности полученных сведений. Также

необходима реализация, в рамках информационной системы, мониторинга состояния нормативно-технической документации и создание полной единой базы документации для применения на всех уровнях эксплуатации.

Парк старых ГРС составляет значительную долю от общего количества ГРС (более 40 %). Зачастую загрузка таких ГРС в осенне-зимний период составляет около 100 %, что существенно увеличивает вероятность отказа оборудования и возникновения аварийных ситуаций. Основными критериями проведения работ по капитальному ремонту являются :

- срок службы ГРС;
- фактическое техническое состояние;
- степень загрузки;
- несоответствие требованиям действующих нормативных документов;
- отсутствие систем автоматизации и телемеханизации.

На ГРС, находящихся в эксплуатации более 40 лет, целесообразно выполнять капитальный ремонт с полной заменой изношенного оборудования, то есть практически произвести их полную реконструкцию. На ГРС со сроком эксплуатации от 20 до 40 лет требуется определить фактическое техническое состояние путем проведения комплексного диагностического обследования оборудования и трубопроводов и по результатам диагностики принять решение о необходимости капитального ремонта и дооснащения станций либо о проведении капитального ремонта с полной заменой оборудования и трубопроводов. Проведение ремонта с внедрением систем автоматики и телемеханики позволит эксплуатировать ГРС по безлюдной технологии.

Проведение капитального ремонта ГРС с каждым годом становится всё актуальнее. Особенно это чувствуется в регионах с большим количеством мелких населённых пунктов. Так, губернатор Краснодарского края Вениамин Кондратьев и председатель правления ПАО «Газпром» Алексей Миллер в режиме видеоконференции 31 августа 2020 года подписали программу развития газоснабжения и газификации региона на пять лет. В рамках программы планируется реконструкция 19 самых проблемных газораспределительных станций. В результате будут созданы условия для газификации 13 населенных пунктов в Апшеронском и Туапсинском районах, будет повышена надежность газоснабжения городов Краснодар, Анапа и Армавир. Сейчас в регионе без доступа к сетевому снабжению природным газом остаются 578 населенных пунктов, где потребности в топливе обеспечиваются сжиженным углеводородным газом или жидким топливом. По планам властей, до 2030 года доля газифицированных населенных пунктов увеличится до 95 %.

Литература:

1. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.
2. 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.
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.
10. 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.
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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.
2. Reducing loss of fluidity of high-viscosity oils by depressant additives / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 11 (335). – P. 39–42.
3. 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 75-th anniversary of the Victory in 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.
5. Technology of transportation of high-viscosity oils using the method of heating. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // 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 : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.
7. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.

8. 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. – V. 1. – P. 156–160.

9. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

10. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.

11. Fighting with foaming in the field apparatuses by means of a jet pump / 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. 178–180.

**КОМПРЕССОРНЫЕ И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ,
КАК ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТА ГАЗА**

**COMPRESSOR AND GAS DISTRIBUTION STATIONS
AS ELEMENTS OF A GAS TRANSPORT SYSTEM**

Дубов Виталий Викторович

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

Калинин Никита Андреевич

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
kalinin-011@mail.ru

Абдуллаев Марат Наильевич

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
marat_abdullaev_00@bk.ru

Малофеева Анастасия Юрьевна

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Аннотация. Представлена характеристика, назначение и классификация компрессорных и газораспределительных станций, отражены основные преимущества и недостатки каждого элемента.

Ключевые слова: компрессор, компрессорная станция, газораспределительная станция, природный газ, гидраты, магистральный газопровод.

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

Kalinin Nikita Andreevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
kalinin-011@mail.ru

Abdullaev Marat Nailievich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
marat_abdullaev_00@bk.ru

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Annotation. The characteristics, purpose and classification of compressor and gas distribution stations are presented, the main advantages and disadvantages of each type are reflected.

Keywords: compressor, compressor station, gas distribution station, natural gas, hydrates, main gas pipeline.

Прходя по магистральному трубопроводу природный газ находится под большим давлением, которое постепенно уменьшается в ходе потерь на трение и местные сопротивления.

Чтобы давление природного газа в трубопроводе было достаточным, его необходимо периодически подвергать сжатию по мере продвижения по магистральному газопроводу, при помощи компрессорных станций (КС), где газ сжимается соответственно компрессором, приводимым в движение турбиной или двигателем. На крупных газопроводах располагаются сотни КС, расположенных на расстоянии в 80 – 100 км по отношению друг к другу вдоль газотранспортной системы, обеспечивая необходимый уровень давления путем компенсации его потерь.

КС могут комплектоваться компрессорами различных типов, основными из которых являются винтовые, осевые и поршневые. В зависимости от принципа действия, габаритов и условий эксплуатации КС подразделяются на стационарные и мобильные, в зависимости от конструкции привода – на станции со встроенным или внешним приводом. Также некоторые типы КС требуют систем охлаждения ввиду нагрева газа при его сжатии в компрессоре.

Поршневые компрессоры основаны на принципе нагнетания сжатого газа в цилиндрах путем воздействием поршня, совершающего возвратно-поступательные движения.

Преимущества: простота, а соответственно и высокая надежность с легкостью технического обслуживания; мобильность в сочетании с возможностью получения очень высокого давления; дешевизна; работа без подачи масла, а соответственно чистота газа на выходе. Недостаток: высокий уровень шума, для снижения которого приходится устанавливать кожухи.

Центробежные компрессоры сжимают газ за счет воздействия центробежных сил, возникающих при вращении рабочего колеса-крыльчатки и воздействия его лопастей на газ. Газ смещается к периферии рабочего колеса, сжимается и, одновременно с этим, получает приращение скорости движения. Далее, в диффузоре происходит преобразование кинетической энергии в потенциальную, сопровождающееся ростом давления и падением скорости газа. Центробежные компрессоры могут работать на 2-х и даже 4-х ступенях сжатия. Применяются они, в большинстве случаев, при необходимости получения больших объемов сжатого газа. Показатель максимального давления, которого можно достичь на одной ступени определяется прочностью рабочих колес, способных допустить скорость до 280 м/сек.

Преимущества отсутствие пульсации подачи; отсутствие уплотнений в качающем узле; отсутствие трения металлических поверхностей в качающем узле. Недостатки : ограниченная степень сжатия газа, что, впрочем, компенсируется числом ступеней; высокие скорости вращения рабочего органа, и как следствие повышенные требования к подшипникам, материалам и системе смазки; низкий объемный КПД (по сравнению с поршневыми компрессорами).

По своим характеристикам, винтовые компрессоры (ротационные) существенно превосходят компрессоры указанных ранее типов.

Существует два конструктивных исполнения винтового компрессора – с двойным или одинарным винтом. Сжатие газа обеспечивается геометрическими параметрами камеры сжатия, при этом современные винтовые компрессоры имеют несколько дискретных степеней сжатия, которые возможно менять в зависимости от нужд.

Преимущества: не требуют специального обслуживающего персонала; дешевизна эксплуатации; высокая надежность и долговечность.

Недостатки: наличие точных механизмов требует тщательного выполнения технических требований в ходе эксплуатации и высокой точности при изготовлении, что ведет к росту стоимости; необходима масляная система с элементами охлаждения; низкий КПД при малой загруженности (менее 1/5 номинальной мощности).

Конечный потребитель, как правило, нуждается в подаче газа при значительно меньшем давлении, по сравнению с магистральным газопроводом, по этой причине используются газораспределительные станции (ГРС), служащие для понижения давления газа до уровня, необходимого для безопасного его потребления и обеспечивающие подачу газа в требуемых количествах, сопровождающуюся очисткой и одоризацией (придание газу характерного запаха).

По назначению различают следующие типы ГРС:

- станции на ответвлении магистрального газопровода (на конце его ответвления к населённому пункту или промышленному объекту);
- промысловая ГРС для подготовки газа (удаление пыли, влаги), добытого на промысле, а также для снабжения газом ближайших населённых пунктов;
- контрольно-распределительные пункты, размещаемые на ответвлениях от магистральных газопроводов к промышленным или сельскохозяйственным объектам, а также для питания кольцевой системы газопроводов вокруг города;
- автоматическая ГРС для снабжения газом небольших населённых пунктов на ответвлениях от магистральных газопроводов;
- газорегуляторные пункты (ГРП), для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне на городских газовых сетях;
- газорегуляторные установки для питания газовых сетей или объектов в целом.

Технологические процессы, проводимые на ГРС: очистка газа от частиц твердых и жидких примесей; снижение давления; одоризация; учёт расхода газа перед подачей его потребителю.

Снижение давления газа на ГРС ведет к значительному падению его температуры, что может привести к образованию гидратов, покрытию льдом регулирующих клапанов, запорной арматуры, приборов и газопроводов; поэтому на ГРС применяют системы подогрева природного газа, предпочтительно перед редуктором, чтобы исключить риск образования гидратов.

Литература:

1. Алексей Коршак. Компрессорные станции магистральных газопроводов, 2016.
2. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.
3. 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.
4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

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. – 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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Alexei Korshak. Compressor Stations of Main Gas Pipelines, 2016.
2. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.
3. Reducing the 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.
4. 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 75-th anniversary of the Victory in Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 143–147.
5. 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

6. Technology of transportation of high-viscosity oils, using the method of heating. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // 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.
7. 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. – V. 1. – P. 62–65.
8. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 66–68.
9. 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. – V. 1. – P. 156–160.
10. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.
11. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.
12. Gasification of remote settlements of Russian regions with the use of mobile gas tankers / V.I. Dunaev [et al.] // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.
13. Fighting foaming in field apparatuses with a jet pump / 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. 178–180.

ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНОЙ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДА

ASSESSMENT OF THE STRUCTURAL RELIABILITY OF THE PIPELINE

Дубов Виталий Викторович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
ngpkubgty@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. Представлена оценка конструктивной надежности трубопровода, описаны основные параметры для расчета показателей надежности.

Ключевые слова: трубопровод, надежность, детерминированная величина, деформативность трубопровода, напряжение.

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

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. An assessment of the pipeline's structural reliability is presented, the main parameters for calculating reliability indicators are described.

Keywords: pipeline, reliability, deterministic value, pipeline deformability, stress.

Безотказная работа любой конструкции или ее элемента характеризуется набором условий следующего типа :

$$U = R_i - S_i > 0, \quad (1)$$

где U – функция надежности; i – номер предельного состояния, принятого в качестве критерия отказа; S – расчетный показатель; R – предельное значение этого показателя.

Задача инженерной оценки надежности конструкции трубопровода понимается как отыскание вероятности выполнения неравенства (1), в котором фактор R является случайным, т.е. относится к категории случайных величин или случайных функций, а фактор S – детерминированная величина (число или функционал).

В качестве расчетных моделей рассматривается условие предельных состояний, определяющее прочность и деформативность трубопровода.

Таким образом, на стадии эксплуатации трубопровода может быть оценена фактическая надежность трубопровода на базе измерения конструктивных параметров труб и степени их изменения в реальных условиях эксплуатации.

Методика оценки конструктивной надежности магистральных трубопроводов [1] основана на анализе исходного условия расчета трубопровода по деформативности, имеющего вид

$$|\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}}| \leq \psi_3 \frac{T}{0,9 \cdot k_{\text{H}}} R_2^{\text{H}}, \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{пр}}^{\text{H}} = \mu \cdot \frac{p \cdot (D_{\text{H}} - 2 \cdot \delta)}{2 \cdot \delta} - \alpha \cdot E \cdot \Delta t \pm \frac{E \cdot D_{\text{H}}}{2\rho}$ – максимальное суммарное продольное напряжение в трубопроводе от нормативных нагрузок и воздействий; ψ_3 – коэффициент, учитывающий двусное напряженное состояние металла труб; R_2^{H} – нормативное сопротивление растяжению (сжатию), принимаемое равным минимальному значению предела текучести, МПа; m – коэффициент условий работы трубопровода; K_{H} – коэффициент надежности по назначению; p – рабочее (нормативное) давление; D_{H} – наружный диаметр трубы, см; δ – толщина стенки, см; α – коэффициент линейного расширения металла трубы, град⁻¹; E – модуль упругости металла, МПа; Δt – расчетный температурный перепад, положительный при нагревании, °С; ρ – минимальный радиус упругого изгиба, определяемый по СНиП III-42-80 или специальным расчетом, см; μ – коэффициент Пуассона стали.

При сжимающих продольных напряжениях

$$\psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \frac{(\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}})^2}{[m/(K_{\text{H}} \cdot 0,9) \cdot R_2^{\text{H}}]^2}} - 0,5 \frac{\sigma_{\text{кц}}^{\text{H}}}{m/(K_{\text{H}} \cdot 0,9) \cdot R_2^{\text{H}}}, \quad (3)$$

При растягивающих $\Psi_3 = 1$, где $\sigma_{кц}^H$ – кольцевые напряжения от нормативного (рабочего) давления, МПа, определяемое по формуле:

$$\sigma_{кц}^H = \frac{p \cdot (D_H - 2\delta)}{2\delta}.$$

Условия обеспечения надежности, соответствующие расчетному условию (1), имеют вид

$$\tilde{\sigma}_{пр}^H < \Psi_3 \cdot \tilde{R}_2^H, \quad (4)$$

где отсутствуют дифференцированные коэффициенты запаса.

Физическую сущность условия (4) в полной мере раскрывают следующие преобразования. Подставляя в условие (4) формулу (3) без дифференцированных коэффициентов запаса, получим

$$\sqrt{(\tilde{R}_2^H)^2 - 0.75 \cdot \tilde{\sigma}_{кц}^2 - 0.5 \cdot \tilde{\sigma}_{кц}^H} > \tilde{\sigma}_{пр}^H, \quad (5)$$

Откуда

$$(\tilde{R}_2^H)^2 > (\tilde{\sigma}_{пр}^H)^2 + \tilde{\sigma}_{кц}^2 + \tilde{\sigma}_{пр}^H \cdot \tilde{\sigma}_{кц}^H. \quad (6)$$

Для правой части неравенства (6.6) справедливо

$$(\tilde{\sigma}_{пр}^H)^2 + \tilde{\sigma}_{кц}^2 + \tilde{\sigma}_{пр}^H \cdot \tilde{\sigma}_{кц}^H > (\tilde{\sigma}_{пр}^H)^2 + \tilde{\sigma}_{кц}^2 - \tilde{\sigma}_{пр}^H \cdot \tilde{\sigma}_{кц}^H. \quad (7)$$

Первая часть неравенства (7) представляет собой квадрат эквивалентного напряжения $\tilde{\sigma}_{эКВ}$ по энергетической теории, отсюда условие (4) можно записать в следующем виде:

$$\tilde{R}_2^H > \tilde{\sigma}_{эКВ}. \quad (8)$$

Придавая выражению (8) форму (1), применяемую для строительных конструкций, получаем

$$\tilde{S} = \tilde{R}_2^H - \tilde{\sigma}_{эКВ} > 0. \quad (9)$$

В формуле (9) роль обобщенной прочности выполняет \tilde{R}_2^H – второе нормативное сопротивление растяжению-сжатию металла труб и сварных соединений, принимаемое равным пределу текучести, т.е. $\tilde{R}_2^H = \tilde{\sigma}_T$, а роль обобщенной нагрузки – эквивалентное напряжение по энергетической теории.

Величины, входящие в выражения (4) – (9), рассматриваются как статистически изменчивые. Изменение эквивалентных напряжений $\tilde{\sigma}_{эКВ}$ связано с первой группой факторов: а) увеличение внешних нагрузок (например, повышение давления вследствие нестационарных режимов перекачки; б) появление продольных усилий, вызванных температурными колебаниями перекачиваемого продукта; в) появление местных изгибов трубопровода в результате деформаций грунта. На величину предела текучести $\tilde{\sigma}_T = \tilde{R}_2^H$ влияют необратимые изменения в металле трубы в результате воздействия термофлуктуационных, усталостных и механохимических процессов, что способствует снижению ресурса трубопровода.

Оценка надежности позволяет получить представление о максимальных действующих нагрузках и безопасно эксплуатировать трубопровод.

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. 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 : Издательский Дом – Юг, 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.

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. The project of an environmentally friendly biodiesel plant // Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference on the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
3. Effective solution for plugging wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
4. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // Nauka. 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. 33–36.
5. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. 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.
6. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko [etc.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.

**ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НЕФТЕПРОДУКТАМИ**

FEATURES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION WITH OIL PRODUCTS

Дубов Виталий Викторович

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

Мамедов Аким Гаринович

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
38Akim28@gmail.com

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. Рассмотрены основные источники и особенности загрязнения окружающей среды нефтепродуктами.

Ключевые слова: окружающая среда, негативные воздействия, загрязнения, нефтепродукты, грунтовые воды.

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

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

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

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. The main sources and features of environmental pollution with oil products are considered.

Keywords: environment, negative impacts, pollution, oil products, groundwater.

Основные особенности негативного воздействия на окружающую среду нефтепродуктами большинства нефтяных объектов хорошо известны:

- неравномерность загрязнения территорий самих объектов;
- загрязнение грунтов, зоны аэрации и первого от земной поверхности водоносного горизонта подземных вод (грунтового);
- локальные скопления нефтепродуктов в разных их химических формах.

Такие особенности обусловлены характером различных (по объемам, интенсивности, срокам возникновения и продолжительности) хронических и аварийных утечек и разливов нефтепродуктов. Но первостепенное значение в распределении загрязнения имеют все же аварийные ситуации, поскольку в последних случаях происходят потери больших количеств нефтепродуктов, значительная часть которых фильтруется в почву.

Потеря нефтепродуктов в пределах завода может происходить в отдельных точках (на локальных участках) его территории, например, при утечках из различных (по местоположению и удаленности) резервуаров хранения. Местоположение и интенсивность утечек могут изменяться во времени, например, в зависимости от изношенности материалов и оборудования резервуаров. Область загрязнения территории является не сплошной, а состоящей из отдельных пятен. В одно и то же время на одних участках грунты могут быть сильно загрязненными, на других – менее, а на третьих – и вовсе незагрязненными. Очистка необходима, но она должна носить разный характер во время эксплуатации объекта и после прекращения его использования.

Из всех видов нефтезагрязнения почвенной среды загрязнение горизонта грунтовых вод считается наиболее опасным, так как может быстро и широко распространяться за пределы первоначального участка и проникать в поверхностные воды (водотоки и водоемы), а также к водозаборным сооружениям, отбирающим подземные (или поверхностные) воды для целей водоснабжения.

В разных почвенно-климатических условиях и для различных групп нефтепродуктов концентрация последних (при которой почвы можно считать загрязненными), неодинакова и зависит от способности почвы в данных условиях к самоочищению и от скорости распада продукта. По данным исследований в странах мира, в том числе в различных природных зонах России, рекомендованы пороговые уровни концентрации нефтепродуктов для характеристики разной степени техногенной загрязненности почв. Безопасным уровнем загрязнения считают уровень, при котором ни одно из негативных последствий не наступает вследствие загрязнения. Нижний безопасный уровень содержания нефтепродуктов в почвах на территории России отвечает низкому (второму) уровню загрязнения и составляет 1000 мг/кг. Ниже этого уровня в почвенных экосистемах разных природных зон происходят относительно быстрые процессы самоочищения, и негативное влияние на окружающую среду еще незначительно.

Верхний безопасный уровень содержания нефтепродуктов для разных природных условий неодинаков и зависит от типа почвы (пески, глины, супеси, суглинки), климатической зоны (температуры, количества осадков), состава нефтепродуктов (летучие, жидкие, вязкие, твердые).

Для различных природных условий рекомендуются разные верхние пределы безопасного уровня загрязнения:

- мерзлотно-тундрово-таежные районы – низкое загрязнение (до 1000 мг/кг);
- таежно-лесные районы – умеренное загрязнение (до 5000 мг/кг);
- лесостепные и степные районы – среднее загрязнение (до 10000 мг/кг).

Источником поступления углеводородов в воздух является поверхность линзы жидких нефтепродуктов или поверхность загрязненных ими грунтовых вод. И поверхность линзы, и поверхность загрязненных вод являются локальными образованиями и имеют конечные размеры.

Переработка нефти на любом нефтеперерабатывающем заводе (НПЗ) связана с потреблением целого ряда побочных веществ и реагентов для технологических функций. К ним относятся:

- вода для различных производственных и бытовых целей;
- водяной пар как технологический компонент и как теплоноситель;
- деэмульгаторы для обезвоживания нефти;
- аммиак для нейтрализации сероводорода в потоках паров бензина и предотвращения коррозии труб;
- щелочь и серная кислота для очистки светлых дистиллятов.

Все эти вещества тоже могут служить источниками вредных отходов производства. Однако все же углеводороды, тяжелые металлы, меркаптаны остаются главными загрязнителями всех трех сфер окружающей среды.

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 тампонирувания 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 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 // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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. Колесников Б.П., Арушанян Р.Р. Прогнозирование эффективной проводимости N-компонентной макроскопически неупорядоченной среды // Современные проблемы теплофизики и энергетики : Материалы конференции. – 2020. – С. 413–415.

11. 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 : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 12–15.

Literature:

1. Polyakov A.V., Tereschenko I.A., Litra A.N. Modeling of change in heat transfer of equipment surface during formation of frost // 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. – P. 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 Proceedings of the Kuban State Technical University». – 2016. – № 11. – P. 43–54.

4. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. The project of ecological installation for biodiesel production // Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War; FSBEU 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.] // Nauka. 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. 33–36.

7. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. 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.

8. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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. – V. 1. – P. 190–194.

10. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Present-day Problems of Thermophysics and Power Engineering : Proceedings. – 2020. – P. 413–415.

11. Andreyko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. Utilization of Solar Systems in Heat Supply of Objects of Krasnodar Region // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 12–15.

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

OPERATING CONDITIONS OF SHUT-OFF VALVES

Дубов Виталий Викторович

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

Приходько Марина Геннадьевна

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

Аннотация. Рассмотрены условия эксплуатации запорно-регулирующей арматуры, при которых могут возникать затруднения транспорта жидкости по трубам.

Ключевые слова: запорная арматура, рабочая среда, гидратообразование, дросселирование газа.

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

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. The conditions of operation of shut-off and control valves are considered, under which there may be difficulties in the transport of fluid through pipes.

Keywords: stop valves, working medium, hydrate formation, gas throttling.

Арматура на газо- и нефтепроводах работает в условиях, когда через ее полости перемещается природный газ или жидкая нефть. Физические и химические свойства рабочей среды оказывают влияние на параметры надежности (долговечность, безотказность) работы арматуры.

Природный газ может содержать воду, пыль, сероводород, смолы, гидраты. Последние могут вызвать закупорку трубопроводов, арматуры, аппаратов и нарушить их работу. Основным условием образования гидратов является полное насыщение газа водяными парами или содержание в нем воды. Каждой температуре соответствует определенное давление, при котором может наступить гидратообразование. Оно зависит и от состава газа, содержания в нем влаги, характера потока, количества примесей (H_2S , CO_2 и др.).

Наиболее часто гидраты выпадают в результате дросселирования газа, сопровождающегося понижением температуры на регулируемых клапанах, регуляторах давления, неплотно закрытых вентилях и задвижках. В процессе дросселирования затрачива-

ется энергия, которая выражается понижением температуры дросселируемого газа. Процесс необратимого превращения работы, затрачиваемой на изменение давления при движении газа, в теплоту характеризуется коэффициентом Джоуля – Томсона. Так, при редуцировании природного газа на ГРС во всем диапазоне давлений и температур среднее значение коэффициента Джоуля-Томсона принимается равным 5,5 °С/МПа, т.е. при снижении давления газа на 1 МПа его температура снижается на 5,5 °С.

Условия эксплуатации арматуры на нефтепроводах определяются не только энергетическими параметрами рабочей среды (давление, температура), но также ее текучестью и коррозионностью. Текучесть нефти зависит от вязкости жидкости и от температуры, так как с понижением температуры в нефти возрастает количество кристаллов парафина, которые снижают текучесть и забивают фильтры, трубопроводы и арматуру.

При повышенной вязкости возникают затруднения для транспорта жидкости по трубам в связи с большим внутренним трением жидкости и большим гидравлическим сопротивлением при прохождении через арматуру и другие гидравлические препятствия. В этих условиях нефтепродукты транспортируют в подогретом виде и применяют арматуру с паровым обогревом.

На условия эксплуатации арматуры оказывает влияние и коррозионное воздействие нефтепродуктов. Коррозионное воздействие нефтепродуктов на детали арматуры вызывается содержанием в них кислот, воды и серы. С повышением кислотности нефтепродуктов усиливается коррозионное воздействие на металл деталей арматуры и ускоряется их износ.

Для уменьшения коррозионного износа запорной арматуры используются элементы с противокоррозионным покрытием или выполненные из коррозионностойких материалов. В зависимости от условий образования коррозий на запорной арматуре предусматриваются дополнительные элементы конструкции, позволяющие снизить негативный эффект от коррозионных процессов.

При эксплуатации запорно-регулирующей арматуры необходимо учитывать все факторы, которые могут воздействовать на элементы оборудования.

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. 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.] // 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. 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.

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. 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.

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. 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. Electrical methods and diagnostic controls / A.V. Polyakov [et al] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 20–23.

2. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [et al] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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. – V. 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. – V. 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. – V. 2. – P. 56–59.

6. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // 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 condition of the apparatuses for collecting and preparing well products and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [etc.] // 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. 164–169.

8. Setting the sensitivity of an ultrasonic flaw detector for control of 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.

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. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // Collection of the best scientific papers of young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar, 2018. – P. 43–44.
11. 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.
12. Analysis of foam structure during foaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 162–166.
13. Analysis of pipeline leakage control ways / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ
ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**TECHNICAL FEATURES OF RESERVOIR
MAINTENANCE SYSTEMS FIELD PRESSURE**

Дунаев Владислав Игоревич

доктор физико-математических наук,
профессор кафедры «Оборудования нефтяных и газовых промыслов»
Кубанский государственный технологический университет
dunaevatv@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Шампуров Михаил Алексеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Mikhail.shampurov@gmail.com

Анискин Владимир Викторович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»,
Кубанский государственный технологический университет
vladimir.aniskin1996@mail.ru

Аннотация. Информация по техническим особенностям систем поддержания пластового давления на месторождении является актуальной и полезной, поскольку каждый нефтепромысел сталкивается с проблемами, связанными с осложнениями, возникающими в процессе добычи. Поддержание пластового давления – эффективное средство разработки нефтяного месторождения. Процесс проектирования закачки воды с целью поддержания пластового давления представляет сложную технико-экономическую задачу, решаемую на этапе составления технологической схемы или проекта разработки месторождения. Эффективность систем поддержания пластового давления обуславливает извлечение вплоть до 20–35 % извлекаемых запасов, что подтверждается опытом разработки и эксплуатации нефтяных месторождений.

Ключевые слова: системы давления, станции для воды, насосы, заводнение, системы ППД, конструкции.

Dunaev Vladislav Igorevich

Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor of Department «Equipment of oil and gas fields»,
Kuban state technological university
dunaevatv@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and gas field equipment,
Kuban state technological university
akngs@mail.ru

Shampurov Mikhail Alexeyevich

Student of the direction of training 21.03.01 «Oil and Gas business»
of the Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
Mikhail.shampurov@gmail.com

Aniskin Vladimir Viktorovich

Student training direction 21.03.01 «Oil and gas engineering»,
Kuban state technological University
vladimir.aniskin1996@mail.ru

Annotation. Information on the technical features of reservoir pressure maintenance systems in the field is relevant and useful, since each oil field faces problems associated with complications arising in the production process. Maintaining reservoir pressure is an effective means of developing an oil field. The process of designing water injection in order to maintain reservoir pressure is a complex technical and economic problem, which is solved at the stage of drawing up a technological scheme or a field development project. The efficiency of reservoir pressure maintenance systems determines the extraction of up to 20–35 % of recoverable reserves, which is confirmed by the experience in the development and operation of oil fields.

Keywords: pressure systems, stations for water, pumps, waterflooding, pressure maintenance systems, structure.

Технологическая схема поддержания пластового давления

Система ППД представляет собой комплекс технологического оборудования необходимый для подготовки, транспортировки, закачки рабочего агента в пласт нефтяного месторождения с целью увеличения поддержания пластового давления и достижения максимальных показателей отбора нефти из пласта.

Система ППД должна обеспечивать:

- необходимые объемы закачки воды в пласт и давления её нагнетательных по скважинам;
- подготовку закачиваемой воды кондиций, удовлетворяющих требованиям проектных документов;
- проведения контроля качества вод системы ППД, замеров приемистости скважин, учета закачки воды как по каждой скважине, так и по группам;
- герметичность и надежность эксплуатации системы промысловых водоводов, применение замкнутого цикла водоподготовки и качества заводнения пластов с использованием определенных сточных вод.

Система ППД включает в себя следующие технологические узлы (рис. 1):

- систему нагнетательных скважин;
- систему трубопроводов и распределительных блоков (ВРБ);
- станции по закачке агента (БКНС), а также оборудование для подготовки агента для закачки в пласт.

Насосные станции и установки для закачки воды

Существующие конструкции нагнетательных скважин предусматривают закачку воды через насосно-компрессорные трубы, спускаемые с пакером и якорем.

- наземное оборудование – нагнетательная арматура, обвязка устья скважины;
- подземное оборудование – насосно-компрессорные трубы, пакер.

Объемные насосы, как альтернатива центробежным насосам, применяемых в системе поддержания пластового давления.

Насосные установки объемного типа для системы ППД производства ООО «Завод «Синергия» по техническим характеристикам являются аналогами насосов ЦНС, но отличаются более высоким КПД, более низким расходом электроэнергии и меньшими

затратами на эксплуатацию. В предлагаемой вашему вниманию работе рассмотрены особенности конструкции и приведены экономические параметры эксплуатации данных установок.

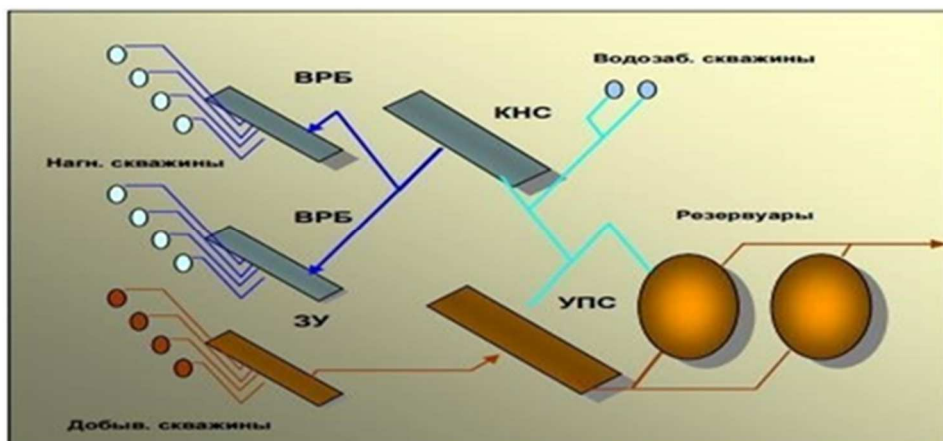


Рисунок 1 – Принципиальная схема системы ППД

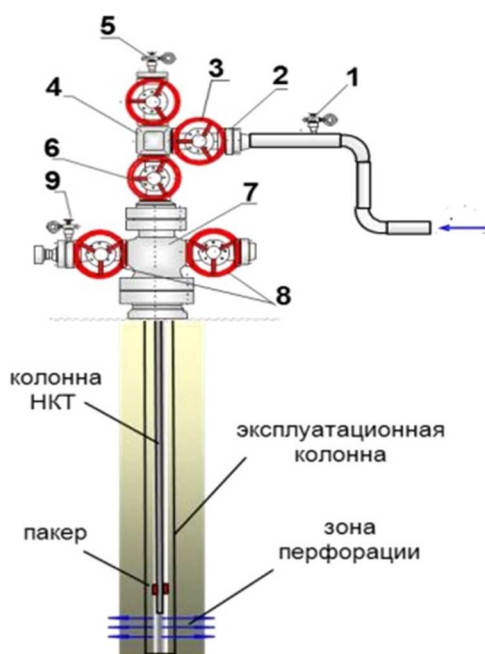


Рисунок 2 – Оборудование нагнетательных скважин: 1 – вентиль с манометром для замера буферного давления; 2 – штуцер для регулирования закачки; 3 – буферная задвижка; 4 – тройник; 5 – вентиль с манометром для замера устьевого давления; 6 – центральная задвижка; 7 – крестовина; 8 – затрубные задвижки; 9 – вентиль с манометром для замера затрубного давления

Насосная установка для систем ППД укомплектована электродвигателем, который по желанию заказчика может быть, как низковольтным, так и высоковольтным, упругой муфтой, расположенной под защитным кожухом, планетарным редуктором, трехплунжерным насосом, гасителем пульсации в напорной линии и предохранительным клапаном (рис. 3 и рис. 4). Все перечисленные элементы смонтированы на раме. Для охлаждения масла установлен радиатор.

Данные насосные установки обладают следующими преимуществами:

- высокий КПД (90 %) без применения частотного преобразователя;
- низкий расход удельной электроэнергии в сравнении с ЦНС, что позволяет снизить срок окупаемости установок;
- ресурс до капремонта – 30 тыс. моточасов;

- срок службы насоса составляет 8 лет;
- двухлетняя гарантия на насос;
- ресурс керамических плунжеров – не менее 18,5 тыс. моточасов;
- плавная регулировка подачи перекачиваемой жидкости без снижения КПД и напора;
- простота обслуживания и эксплуатации установки, возможность обслуживания одним человеком;
- возможность дистанционного запуска.

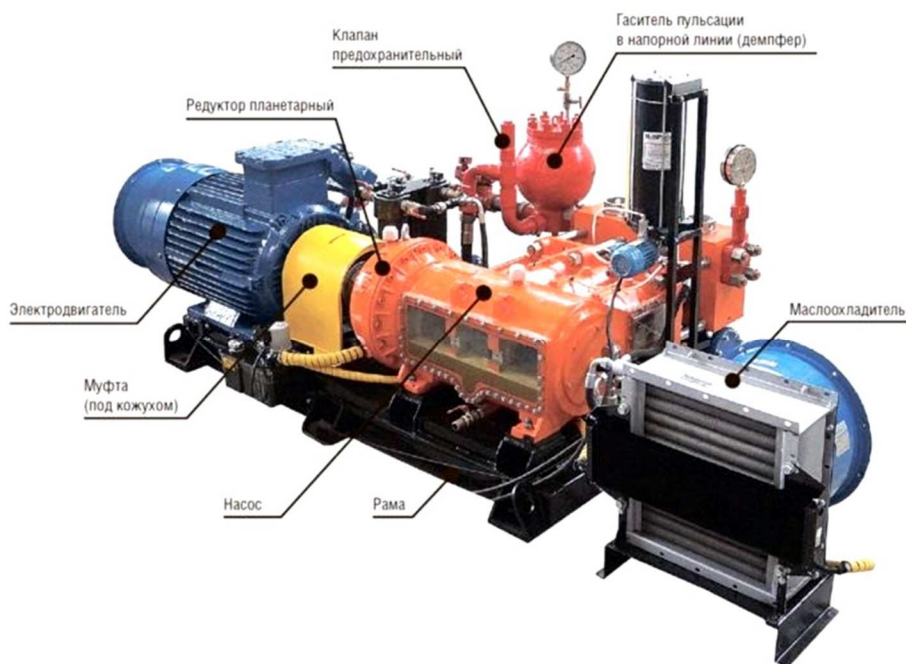


Рисунок 3 – Насосная установка для системы ППД



Рисунок 4 – планетарный редуктор

Внедрение в технологическую схему поддержания пластового давления горизонтальной насосной установки.

Способы поддержания пластового давления выбирают исходя из экономических показателей разработки и геологических условий. Для больших площадей нефтяных залежей более эффективным и экономичным методом поддержания пластового давления является способ внутриконтурного заводнения. Для повышения вытяжных свойств в нефтяной залежи, при поддержании пластового давления, пускают воду или водогазовую смесь без добавок или с ними. Для расчета процесса нагнетания используют схему расположения нагнетательных скважин, приёмистость нагнетательных скважин, их число и давление, а

также общий объем закачки. Схема расположения нагнетательных скважин, выбирается таким образом, чтобы возникла оптимальная связь между зонами нагнетания и отбора, а также равномерное вытеснение нефти водой.

Горизонтальная насосная установка в мобильном исполнении предназначена для: нагнетания воды в скважину с целью поддержания пластового давления; – управления технологическими процессами.

Литература:

1. Березовский Д.А., Лаврентьев А.В., Савенок О.В. Предпосылки и задачи моделирования горных пород с точки зрения установления условий наступления факторов осложнения добычи // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 27–33.

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. 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.

4. 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.

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. 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.

11. 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.

Literature:

1. Berezovsky D.A., Lavrent'ev A.V., Savenok O.V. Prerequisites and tasks of rock modeling in terms of establishing the conditions for the onset of mining complication factors // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2014. – № 2. – P. 27–33.

2. Development of physical and chemical models and methods of forecasting the state of reservoir rocks / D.A. Berezovsky [et al.] // Oil farming. – 2014. – № 9. – P. 84–86.

3. Berezovsky D.A., Savenok O.V. Analysis of phase transition processes 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 papers (October 26–27, 2018, Tashkent). Section 4. Geology, Mining and Metallurgy. – P. 153–154.
4. 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. – V. 1. – P. 114–119.
5. Gutsu A.S., Shiyan S.I. Analysis of the current state and development prospects of Lebedinsky gas field // Bulatovsky readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
6. Sukhin A.A., Shiyan S.I. Analysis of methods of hydrates control at Astrakhanskoye gas condensate field // Bulatov's readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
7. Technique and technology of restoration of productivity of the well № 1273 of Urengoykoe field by sidetracking / E.A. Kholopov [et al.] // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
8. Shiyan S.I., Skiba A.S. Technology of reservoir pressure maintenance system regulation at Abino-Ukrainian field // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 2. – P. 279–288.
9. Shiyan 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. Shiyan 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.
11. Shiyan S.I., Omelchenko N.N. Re-engineering options for reconstruction of production facilities of the system of gathering, transportation and treatment of oil, gas and water of the Ivanovskoye field // Engineer-neftyanik. – 2020. – № 3. – P. 34–42.

**НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
НАКЛОННО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ**

PURPOSE AND SCOPE OF DIRECTIONAL DRILLING

Задачин Александр Александрович

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
saneksanek.98@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры «Оборудование 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 «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
shiekv1999@mail.ru

Аннотация. Рассмотрено назначение и область применения наклонного направленного бурения, а также причины применения искусственного отклонения скважин.

Ключевые слова: месторождения, скважина, наклонное бурение, горизонтальное бурение, многозабойное бурение, кустовое бурение, искусственное отклонение.

Zadachin Alexander Alexandrovich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
saneksanek.98@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

Shek Victoria Viktorovna

Student of the group 17-NB-TM1 of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
shiekv1999@mail.ru

Annotation. The purpose and scope of directional directional drilling, as well as the reasons for the use of artificial well deflection, are considered.

Keywords: deposits, well, inclined drilling, horizontal drilling, multi-hole drilling, cluster drilling, artificial deviation.

Разработка нефтяных и газовых месторождений в труднодоступных районах, на акваториях и шельфах морей и океанов, доразработка старых месторождений, уплотнение сетки разработки, охрана земельных угодий, усиление экологических требований, сложные геологические условия – главные причины бурения наклонных и горизонтальных скважин.

Искусственное отклонение оси скважины от вертикали подразделяется на наклонное, горизонтальное, многозабойное (разветвлено наклонное и разветвлено горизонтальное) и многоствольное (кустовое) бурение. Бурение таких скважин ускоряет освоение новых нефтяных и газовых месторождений, увеличивает дебиты и нефтеотдачу пластов, снижает капиталовложения, облегчает и упрощает обслуживание и ремонт скважин.

В настоящее время практически все эксплуатационные скважины бурятся кустовым методом, когда устья нескольких скважин в кусте расположены близко друг к другу на одной технологической площадке, а забои находятся в узлах сетки разработки. Количество скважин в кусте колеблется от 2 до нескольких десятков. В Башкортостане это 10...30 скважин, в Западной Сибири до 50–60 скважин в кусте.

Самым большим, состоящим из 64 скважин, является куст, построенный в черте города Лос-Анджелес, США. Для этих целей было сооружено специальное здание, в котором было размещено буровое и эксплуатационное оборудование. Число морских скважин в кусте может достигать 50 и более.

Вертикально направленными бурятся лишь разведочные и некоторые другие скважины специального назначения.

Искусственное искривление скважин применяется с целью:

- 1) добычи нефти и газа из труднодоступных участков, занятых на поверхности промышленными и жилыми объектами, оврагами, горами, реками, озерами, болотами, лесами;
- 2) экономии отводимых под строительства буровых плодородных земельных участков, лесов и др.;
- 3) экономии затрат на строительство оснований, подъездных путей, линий электропередач, связи, трубопроводов;
- 4) сокращения средств и времени при строительно-монтажных работах и обслуживании при эксплуатации скважин с близко расположенными устьями;
- 5) обхода зон катастрофических поглощений, обвалов и аварий в стволе скважины;
- 6) вскрытия продуктивных пластов, залегающих над пологим сбросом или между двумя параллельными сбросами;
- 7) проходки стволов на нефтяные пласты, залегающие под соляными куполами, в связи с трудностью бурения через них (соль «плышет», срезает бурильные и обсадные колонны);
- 8) вскрытия продуктивных пластов, залегающих под дном морей, рек, озер, болот, каналов, строений;
- 9) проходки нескольких скважин с буровых оснований, морских платформ, эстакад;
- 10) бурения стволов для глушения открытых фонтанов и тушения пожаров;
- 11) перебуривания части ствола скважины;
- 12) вскрытия продуктивного пласта под определенным углом для увеличения поверхности дренажа;
- 13) многозабойного вскрытия продуктивного пласта;
- 14) газификации угольных пластов и подземного выщелачивания.

Особого внимания заслуживает зарубежный опыт бурения специальных наклонно-горизонтально-восстающих скважин с целью прокладки коаксиальных (двойных) дюкеров под руслами рек. Эти работы осуществляются теперь и в Башкортостане Уфимским управ-

лением буровых работ. Спроектировано специальное оборудование, позволяющее забуривать скважину без вертикального участка, под углом 8...12° к горизонту. Нагрузка на долото создается гидравлическими домкратом, забойным двигателем является электробур. Скважина проводится под дном реки на глубине 15...20 м. При выходе долота на поверхность на другом берегу реки бурильную колонну соединяют с дюкером и протаскивают всю систему труб обратно к устью скважины. Затем в дюкер вводятся трубы меньшего диаметра, которые будут являться продуктопроводом. Такая двойная конструкция дюкеров исключает проникновение нефтепродуктов в реки, озера, улучшает экологию целых регионов и имеет большое будущее.

Литература:

1. Фрактальный подход к увеличению нефтеотдачи пласта / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 2. – С. 54–56.
2. Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – 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 «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 нефтегазового промыслового 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. 052080.
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 increasing oil recovery / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – 2017. – Vol. 2. – P. 54–56.

2. Internal corrosion of production well plumes / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov's readings. – 2017. – Vol. 4. – P. 19–22.
3. Oil reservoir microorganisms as one of the causes of internal corrosion of oil field communications / I.O. Orlova [et al.] // Bulatov's readings. – 2019. – Vol. 2. – P. 136–138.
4. Improving the 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. Feasibility study of the choice of simultaneous separate exploitation of the Upper Cretaceous and Lower Cretaceous deposits of the Ivanayskoye field // Nauka. Technique. Technologies. (Polytechnic Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 281–300.
7. History of the oil and gas industry / D.G. Antoniadi [etc.]; 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 production / 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. 052080.
11. Inozemtsev D.A., Velichko E.I. Methods and Means of Technical State Control of Compressor Unit // Rassokhin Readings : Proceedings of International Conference. – Ukhta : UGTU, 2021. – P. 50–53.
12. Analysis of foam structure at foam extinguishing / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 162–166.
13. Analysis of pipeline leakage control ways / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

АППАРАТЫ ДЛЯ ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

DEVICES FOR DESALTING OIL IN AN ELECTRIC FIELD

Задачин Александр Александрович

студент 3-го курса кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
saneksanek.98@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры «Оборудование 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 «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
shiekv1999@mail.ru

Аннотация. Изучен механизм разрушения эмульсии в электрическом поле, а также рассмотрен аппарат для обессоливания нефти в электрическом поле – электродегидратор.

Ключевые слова: обессоливание, электрическое поле, разрушение эмульсии, диспергирование воды.

Zadachin Alexander Alexandrovich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
saneksanek.98@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

Shek Victoria Viktorovna

Student of the group 17-NB-TM1 of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
shiekv1999@mail.ru

Annotation. The mechanism of emulsion destruction in an electric field is studied, and the device for desalting oil in an electric field-an electric dehydrator – is also considered.

Keywords: desalination, electric field, emulsion destruction, water dispersion.

Для интенсификации деэмульгирования эмульсий В/Н широко применяют электрическое поле переменного тока. Под его влиянием между глобулами воды возникают электрические силы, способные преодолеть сопротивление стабилизирующих слоев глобул воды и способствующие их коалесценции в крупные капли, ко-

торые легко отделяются от нефти под действием силы тяжести.

Для выяснения механизма разрушения эмульсии в электрическом поле рассмотрим поведение капель воды в нефтяной эмульсии, находящейся в электрическом поле, и изменение самого поля под влиянием этих капель. В безводной нефти между двумя плоскими параллельными электродами, находящимися под высоким напряжением, возникает однородное электрическое поле, силовые линии которого параллельны друг другу (рис. 1, а). Совершенно иначе располагаются силовые линии поля между электродами, погруженными в эмульсию В/Н, где однородность поля нарушается (рис. 1, б, в).

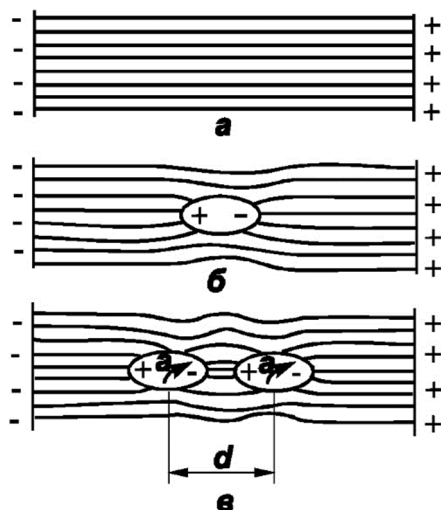


Рисунок 1 – Диспергированные в нефти глобулы воды в электрическом поле.

Диспергированные в нефти глобулы воды, диэлектрическая проницаемость которой в 40 раз больше, чем нефти (около 80), стремятся выстроиться вдоль силовых линий поля, образуя цепочки, состоящие из капель. При этом несколько изменяется направление электрических силовых линий, вследствие чего электрическое поле становится однородным.

В результате индукции электрического поля, диспергированные капли воды поляризуются. Электрические заряды в капле смещаются к ее краям вдоль силовых линий: положительные – по направлению поля, отрицательные – в противоположном направлении (рис. 1, б), и капля превращается в диполь. Две смежные капли воды, вследствие разной полярности расположенных в них зарядов взаимно притягиваются (рис. 1, в). Сила взаимодействия капель равна:

$$F = \frac{k\varepsilon^2 r^2}{d^4}, \quad (1)$$

где k – коэффициент пропорциональности; ε – напряженность электрического поля; r – радиус капли; d – расстояние между центрами капель.

Если расстояние между каплями незначительно, а размеры их достаточно велики, то сила притяжения становится настолько большой, что оболочки нефти, разделяющие капли, сдавливаются и разрушаются, а капли сливаются в более крупные. Взаимодействие между каплями воды, диспергированными в нефти, можно усилить, увеличив напряженность электрического поля. Это объясняется тем, что с увеличением напряженности поля растет поляризация капель и силы дипольного притяжения увеличиваются пропорционально квадрату напряженности электрического поля. Однако чрезмерно повышать напряженность поля нельзя во избежание вторичного диспергирования капель. Явление электрического диспергирования капель воды весьма нежелательно, так как образующиеся высокодисперсные капельки очень трудно удаляются из

нефти. Этот процесс усиливается с повышением напряженности электрического поля. Верхним пределом допустимой напряженности поля считается величина $E = 4-5$ кВ/см.

Электродегидратор (ЭДГ) любого из типов состоит из корпуса, в котором размещены подвешенные на изоляторах электроды, устройства для ввода и распределения эмульсии и отвода отстоявшейся воды и нефти. Ток на электроды подается от индивидуального трансформатора высокого напряжения.

В ЭДГ используют электроды различной формы: сетчатые, стержневые, решетки в виде концентрических окружностей. Существуют двух- и многоэлектродные (каскадные) конструкции. Электрическое поле может быть однородным или неоднородным. В неоднородном поле возникает дополнительное движение частиц воды, которое приводит к возрастанию вероятности их сближения и слияния. Для создания неоднородного поля применяют, в частности, электроды специальной формы, изменяющие напряженность электрического поля между ними. Расположение электродов может быть горизонтальным, вертикальным и наклонным.

Качество обработанной нефти в значительной мере зависит от организации потоков в электродегидраторе, которая определяется устройством для ввода нефти и конструкции корпуса. Существуют аппараты с горизонтальным, вертикальным восходящим и комбинированным движением потоков нефти.

В зависимости от формы и положения корпуса различают ЭДГ трех основных типов: вертикальные, шаровые и горизонтальные.

Литература:

1. Фрактальный подход к увеличению нефтеотдачи пласта / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 2. – С. 54–56.
2. Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин / Н.И. Васильев [и др.] // Булатовские чтения. – 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. 052080.
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 increasing oil recovery / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov readings. – 2017. – Vol. 2. – P. 54–56.

2. Internal corrosion of production well plumes / N.I. Vasiliev [et al.] // Bulatov's readings. – 2017. – Vol. 4. – P. 19–22.

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

4. Improving the 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. Feasibility study of the choice of simultaneous separate exploitation of the Upper Cretaceous and Lower Cretaceous deposits of the Ivanayskoye field // Nauka. Technique. Technologies. (Polytechnic Bulletin). – 2018. – № 4. – P. 281–300.

7. History of the oil and gas industry / D.G. Antoniadi [etc.]; 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 production / 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. 052080.

11. Inozemtsev D.A., Velichko E.I. Methods and Means of Technical State Control of Compressor Unit // Rassokhin Readings : Proceedings of International Conference. – Ukhta : UGTU, 2021. – P. 50–53.

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

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

**ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНОГО НЕЙТРОННОГО КАРОТАЖА
НА АНАСТАСИЕВСКО-ТРОИЦКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**RESEARCH BY THE METHOD OF PULSED NEUTRON LOGGING
AT THE ANASTASIEVSKO-TROITSKY FIELD**

Захарченко Евгения Ивановна

кандидат технических наук, доцент,
заведующая кафедрой геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
evgenia-zax@yandex.ru

Захарченко Юлия Ивановна

старший преподаватель кафедры геофизических методов поисков и разведки,,
Кубанский государственный университет
ofis-2010@yandex.ru

Гуленко Владимир Иванович

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры геофизических методов поисков и разведки,
Кубанский государственный университет
v_gul@mail.ru

Андрейко Наталья Геннадьевна

кандидат технических наук,
доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
89882481491@mail.ru

Аннотация. В настоящее время большинство нефтяных и нефтегазовых месторождений в нашей стране находятся на завершающей стадии разработки, поэтому особенно важно контролировать процесс разработки месторождений и правильно планировать дальнейшую разработку месторождения с целью максимального извлечения остаточных запасов углеводородов.

Ключевые слова: падающей добычи, стадия разработки, оценка текущего насыщения, газонефтяной контакт, водонефтяной контакт, контроль за разработкой.

Zakharchenko Evgenia Ivanovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration,
Kuban State University
evgenia-zax@yandex.ru

Zakharchenko Julia Ivanovna

Senior Lecturer of the Department of Geophysical Methods
of Prospecting and Exploration,,
Kuban State University
ofis-2010@yandex.ru

Gulenko Vladimir Ivanovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor of the Department of Geophysical Methods of Prospecting and Exploration,
Kuban State University
v_gul@mail.ru

Andreiko Natalya Gennadyevna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Thermal Power Engineering and Heat Engineering,
Kuban State Technological University
89882481491@mail.ru

Annotation. Currently, most of the oil and gas fields in our country are at the final stage of development, so it is especially important to monitor the development process of the fields and properly plan further development of the field in order to maximize the recovery of residual hydrocarbon reserves.

Keywords: falling production, development stage, assessment of current saturation, gas-oil contact, water-oil contact, development control.

В настоящее время большинство нефтяных и нефтегазовых месторождений находится на завершающей стадии разработки, поэтому особенно важно правильное планирование дальнейшей разработки месторождения с целью максимального извлечения остаточных запасов углеводородов.

Анастасиевско-Троицкое нефтегазовое месторождение Западного Предкавказья является крупнейшим в регионе, открыто в 1955 г., разрабатывается с 1957 г. и эксплуатируется до сих пор. В настоящее время разработка IV горизонта – основного объекта добычи месторождения находится на стадии падающей добычи [1]. В IV горизонте Анастасиевско-Троицкого месторождения выделены: верхняя песчано-глинистая часть (ВПГЧ) и основная песчаная часть (ОПЧ). Сейчас разрабатывается в основном ВПГЧ и частично ОПЧ совместно с ВПГЧ. Основные сложности, возникающие при разработке ВПГЧ, связаны с чередованием песчано-глинистых пластов малой мощности с глинистостью в пределах 20–25 %, низкой минерализацией пластовых вод (20–25 г/л NaCl) и проникновением фильтрата раствора в пласт при глушении скважин [1].

Основными методами контроля за положением водонефтяного контакта (ВНК) в обсаженных скважинах являются методы нейтронного каротажа. Возможности нейтронного каротажа по разделению нефтеносной и обводненной частей пласта определяются объемным содержанием хлора в обводненной части пласта (т. е. минерализацией воды и пористостью пласта), а также минерализацией связанной воды в нефтеносной части пласта. Наиболее благоприятными для применения нейтронного каротажа являются условия, при которых минерализация воды, вытесняющей нефть, и пористость пласта высокие, а минерализация связанной и обводняющей пласт воды одинаковы.

В условиях низкой минерализации пластовых вод, т.е. при эквивалентном содержании NaCl 0,3–2 % объема породы (содержание NaCl в воде 15–100 г/л при коэффициенте пористости $k_p = 20\%$), контроль за положением ВНК возможен по результатам высокоточных определений декремента затухания плотности нейтронов по данным импульсного нейтронного каротажа (ИНК). В таких условиях минимальное различие в величинах для полностью нефтеносного и водоносного пластов при их неизменных свойствах по пористости и литологии составляет от 8 % до 10 %. Точность определения величин декремента затухания с применением современной аппаратуры составляет порядка 2 %.

Импульсный нейтронный каротаж применяется в обсаженных и необсаженных скважинах с любым типом раствора. Исследования методом импульсного нейтронного каротажа на Анастасиевско-Троицком месторождении проводятся для оценки текущего насыщения в разрезе скважин, выявления перспективных интервалов под перфорацию, а также оценки степени обводнения пластов, контроля положения газонефтяных и водонефтяных контактов.

Контроль за состоянием разрабатываемых пластов и выработки запасов углеводородов [3] проводят в контрольных скважинах. Мониторинг исследований методом ИНК рассмотрим на примере работ в контрольной скважине № 1255 за период с 2009 г. по 2019 г. В 2009 г. четко отбиваются газонефтяной контакт (ГНК) на глубине 1489 м и водонефтяной контакт (ВНК) на глубине 1491,7 м. По данным исследований 2014 г. нефтяная толщина на данном участке месторождения считается выработанной и определяется только ГВК на глубине 1473 м]. В настоящий момент (по данным исследований 2019 г.) скважина полностью обводнена.

Данные системные исследования в контрольных скважинах, а также повторные исследования в эксплуатационных скважинах позволяют отслеживать подъем контактов ГНК и ВНК и скорость их подъема (м/год). На основании этих фактических данных строятся карты текущих поверхностей ГНК (ГВК) и ВНК, по которым производится подсчет запасов на месторождении. Также контроль за разработкой месторождения направлен на получение и правильную интерпретацию информации, характеризующей реально протекающие процессы разработки залежи с конкретизацией во времени и пространстве данных, включающих в себя особенности фильтрации различных флюидов и сопровождающих их физико-химических процессов в пласте и скважинах.

Литература:

1. Шнурман И.Г. Изучение терригенных коллекторов Предкавказья по результатам геофизических исследований скважин. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2003. – 397 с.
2. Коноплев Ю.В. Геофизические методы контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений : Учеб. пособие / Под ред. С.И. Дембицкого; 2-е изд., испр. и доп. – Краснодар : Кубанский гос. ун-т., 2006. – 207 с.

Literature:

1. Shnurman I.G. Study of terrigenous reservoirs of Pre-Caucasus on the results of geophysical studies of wells. – Krasnodar : Prosveshchenie – Yug, 2003. – 397 p.
2. Konoplev Yu.V. Geophysical methods of monitoring of oil and gas fields development: a training manual / edited by S.I. Dembitsky, 2nd ed. amended and supplemented. – Krasnodar : Kuban State University, 2006. – 207 p.

ЭВОЛЮЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ОТ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ К ВОЗРОЖДЕНИЮ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

EVOLUTION OF EDUCATIONAL CONCEPTS FROM THE MIDDLE AGES TO THE RENAISSANCE: THE THEORY AND THE PRACTICE

Злобина Мария Антоновна

студентка Кубанского государственного университета,
специальности экономическая безопасность
mzloba102@gmail.com

Оплетаева Олеся Николаевна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
opleole@gmail.com

Аннотация. Цель предпринятой работы заключается в выделении концепций образования каждого периода времени и тем самым наглядно показать развитие данных концепций. Даны некоторые рекомендации по улучшению концепции образования нашего времени.

Ключевые слова: схоластика, рыцарство, воспитание, педагогика, образование.

Zlobina Maria Antonovna

Student specialty economic security,
Kuban mzloba102@gmail.com
State Technological University

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 this work is to highlight the concepts of education of each time period and thus clearly show the development of these concepts. Some recommendations for improving the concept of education of our time are given.

Keywords: scholasticism, chivalry, education, pedagogy, education.

Эпоха Средневековья – это значительная эпоха, которая длилась примерно со II века нашей эры по XVI век. Данную эпоху принято делить на три этапа:

- раннее Средневековье (II–X вв.) характеризуется переходом из политеизма в монотеизм;

- развитое или Высокое Средневековье (XI–XII вв.) характеризуется развитием европейских городов, в результате развития торговых связей, мануфактуры и в целом экономико-политической жизни общества;

- позднее Средневековье или эпоха Возрождения (XIV–XVI вв.) характеризуется прежде всего феодальной раздробленностью, а также интересом к культурному наследию античности.

Концепция образования раннего Средневековья строится на духовном воспитании, воспитании верой. Педагогические идеи данного периода рассматривали мир как «школу Христа», в которой смыслом жизни каждого человека является познание Бога

[1]. То есть онтологическая креационистская парадигма, в рамках которой только Бог обладает подлинным бытием, закономерно определяла, что Бог и есть Высший разум [2]. Отсюда следовал и главный принцип образования – авторитаризм, неукоснительное следование догме, отказ от любознательности. Всё это сопровождалось довольно строгими наказаниями, которые применялись с целью воспитания верующего человека. Считалось, что дисциплинированная воля через Страх уничтожает гордыню, мешающую почитанию Господа

Способ обучения раннего Средневековья в основном было ученичество, то есть если рассматривать в религиозном образовании, то к монаху или священнослужителю предоставлялись ученики, которым он передавал индивидуально им свои знания.

Также была актуальна система рыцарского воспитания, в которой были заложены идеи жертвенности, послушания и одновременно личной свободы, а также культ женщин. Основой этой системы были «семь рыцарских добродетелей» : верховая езда, плавание, владение копьем, фехтование, умение охотиться, играть в шахматы, заниматься стихосложением или играть на музыкальных инструментах. Данная система воспитания, также была актуальна в эпоху Возрождения и описывала физическое совершенство человека.

С античных времен не изменился процесс развития памяти учеников : заучивание образцов (в данном случае Священные текста) и их воспроизведение. Однако применялись методы ассоциативной памяти (Пример, с помощью рисунков помогали запоминать определенный материал). Тип системы образования был церковный. Обучались лишь только мальчики или девушки знатного происхождения. Они обязательно должны были знать «7 свободных искусств» : тривиум (грамматика, риторика, диалектика), квадриум (арифметика, астрономия, музыка, география, геометрия). Овладение данных наук придавало особое значение в связи человека с Богом. Музыка являлась вершиной всего, без нее постижение истины невозможно. Считали, что она приводит к гармонии небесные и земные сферы [3].

В период Развитого Средневековья церковь начинала терять свою силу и мощь, исходя из этого, появились городские школы. Данные школы могли, независимо от церкви, составлять учебные программы, а также самостоятельно нанимать преподавателей. Учебная программа носила более прикладной характер: изучались все те же арифметика, география, латынь, а также элементы делопроизводства, техника и естественные науки. Принцип образования смягчился, благодаря работам Винсент де Бове «О воспитании знатных детей» и Жан Шарль Герсон «Приведение детей к Христу». Педагоги действуют с точки зрения убеждения и принуждения, крайняя мера наказания – телесное.

Важная ступень в развитии образования стала создание университетов в период религиозно-идеалистической философии феодального общества – схоластики. Главной идеей обучения осталась теология, однако возникли новые направления в образовании : юридическое, артистическое, медицинское.

В эпоху Возрождения человек стал главной ценностью, исходя из этого, была ориентация на светские знания, реальные земные цели воспитания человеческой личности. То есть Бог ушел, как главная ценность общества, на второе место. Появился новый тип общего среднего образования – классический. Он был порожден возросшим в эту эпоху интересом к духовной культуре античного мира. Поэтому ведущим направлением классического образования стало изучение латинского и греческого языков, античной литературы. Гуманистические идеи реализуются практически отказом от жестокости в воспитании, то есть отказ от жесткой дисциплины и телесных наказаний, вместо этого, введение таких средств воспитания, как игры, прогулки, развлечения. Также, была пропаганда природного равенства людей как в образовании, так и в воспитании. Обучение в школе должно было заложить фундамент общей культуры, подготовить человека к жизни в цивилизованном обществе.

Что касается современного мира, то по сравнению с вышеперечисленными эпохами человечество эволюционировало достаточно сильно. Церковь и образование, наука стали «двумя сплошными параллелями». Наука становится основной производительной силой общества. Образование и воспитание достигло природного равенства. Каждый человек может выбрать самостоятельно направление в обучении (единственная преграда : настаивание родителей или принуждение к определенному направлению обучения и мягкотелость ребенка). Система образования направлена на развитие способности саморазвития в каждом ученике. Доступность, открытость информации становится сущностной чертой информационного общества. Информационные технологии формируют единое пространство коммуникации, благодаря чему мир становится взаимосвязанным и взаимозависимым.

Для информационного общества характерен новый тип гуманизма – ноосферного гуманизма, требующий учитывать интересы будущих поколений и предполагающий взгляд на современность с точки зрения будущего [4].

Изучение прикладных и гуманитарных наук с 6–7 лет до 10–11 лет в обязательном порядке, дальше все зависит от учебной программы, либо ребенок выбирает направление, которое более комфортное для него, либо продолжает учиться, изучая прикладные и гуманитарные науки, до определенного возрастного периода. Изучение иностранного языка обязательно, а именно английского языка. Система образования предполагает, что по окончании учебной программы, ученик может свободно владеть иностранным языком. Также, есть дополнительное образование, которое может либо дополнить ваши знания, либо улучшить в той или иной сфере. В случае возникновения проблем в воспитании есть люди, которые могут решить данную проблему, а именно психологи, няни, сексологи и другие.

Недостатками или недоразвитие современной концепции образования являются:

- безграмотность населения. Несмотря на большую развитость в образовании общества, а также на доступность образования около 780 млн людей являются неграмотными;
- отсутствие единой концепции воспитания детей. В данное время есть примерные рекомендации по воспитанию, но они не дают определенных гарантий;
- жестокое обращение все еще присутствует 1 из 5 девочек и 1 из 13 мальчиков подвергаются буллингу, а также подвержены насильственным действиям со стороны преподавателей, учеников и родителей, что негативно сказывается на систему образования и определяется не квалифицированностью рабочего персонала;
- отсутствие профориентации. Не каждый человек, окончив образовательное учреждение, может получить рабочее место. То есть система образования не обещает, что вы будете трудоустроены;
- не квалифицированность рабочего персонала. Не каждый сотрудник, а именно педагог способен дать знания, которые требуются. Из-за этого образованность и развитость людей падает в какой-то мере.

Мероприятия по устранению некоторых недостатков современной концепции образования:

- ликбез. Достаточно негуманное решение, так как решение обучаться это индивидуальное решение. Но так мы можем понизить уровень безграмотности. А также, можно предоставить некие социальные льготы безграмотному населению для привлечения к образовательной деятельности;
- ежегодное повышение квалификации рабочего персонала в области гуманного отношения к детям и тщательный отбор по приему на работу рабочего персонала, а также проверки сомнительных учреждений;
- повысить количество целевых направлений в высших учебных заведениях.

Таким образом, концепции образования Средневековья, Возрождения и Новейшего времени наглядно продвинулись в развитии. Однако даже при таком сильнейшем продвижении в сфере образования присутствуют недостатки.

Литература:

1. Талышева И.А., Салимуллина Е.В. Образовательная деятельность (в схемах и таблицах). Часть 1. История образования в зарубежных странах. – Елабуга : Изд-во ЕИ КФУ, 2018. – 95 с.
2. Корсакова Л.В., Оплетаетаева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.
3. Корсакова Л.В., Оплетаетаева 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.
4. Любимов Л.Л. Концепция модернизации общего образования. Без лозунгов, призывов и наставлений, но с ответами на вопросы : Что надо делать? Почему это надо делать? Как это можно сделать? / НИУ ВШЭ, Институт образования. – М. : НИУ ВШЭ, 2020. – 80 с.

Literature:

1. Talysheva I.A., Salimullina E.V. Educational activities (in schemes and tables). Part 1. history of education in foreign countries. – Elabuga : Publishing house of EI KFU, 2018. – 95 p.
2. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.
3. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound : semiotic approach in music education // Materials of III International Scientific-Practical Conference «Philological and socio-cultural issues of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.
4. Lyubimov L.L. The concept of modernization of general education. Without slogans, appeals and admonitions, but with answers to the questions: What should be done? Why should it be done? How should it be done? / Higher School of Economics, Institute of Education. – M. : NAU HSE, 2020. – 80 p.

МЕТОДЫ РАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

DESTRUCTIVE CONTROL METHODS

Зяблов Михаил Дмитриевич

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

Паршиков Евгений Валерьевич

студент кафедры «Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
Pev998@yandex.ru

Крамаренко Антон Павлович

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

Поляков Алексей Владимирович

доцент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
polyakov0804@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

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

Аннотация. Представлены методы разрушающего контроля, описаны основные критерии разрушения.

Ключевые слова: методы разрушающего контроля, трещина, агрессивная среда, коррозионные испытания, деформация, изгиб, удар по Шарпи.

Zyablov 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
mixail.zyablov@yandex.ru

Parshikov Evgeny Valeryevich

Student of the Department of Oil and Gas Affairs
named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute «Oil, Gas and Energy»
Kuban State Technological University
Pev998@yandex.ru

Kramarenko Anton Pavlovich

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

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

Annotation. Methods of destructive control are presented, the main criteria of destruction are described.

Keywords: methods of destructive testing, crack, aggressive environment, corrosion tests, deformation, bending, Charpy impact.

Разрушающий контроль необходим для количественного определения максимальной нагрузки на объект, вследствие которой наступает разрушение. Разрушающий контроль является достаточно важным для композитных материалов, металлов и других материалов, которые используются при изготовлении объектов, работающих в условиях экстремального стресса и высоких температур, например, самолетов, автомобилей, резервуаров для хранения и др.

Разрушающие испытания проводятся для того, чтобы понять характеристики образца или поведение материала. Процедуры разрушающего контроля должны соответствовать определенным стандартам или могут быть адаптированы для воспроизведения заданных условий эксплуатации.

Испытания по разрушающим методам контроля, как правило, выполнить намного проще, они предоставляют больше информации и их легче интерпретировать, чем неразрушающие методы контроля. Разрушающий контроль является наиболее подходящим и экономичным для объектов, которые будут производиться серийно, поскольку стоимость уничтожения небольшого количества образцов незначительна. Когда нужно произвести только один или малое количество предметов, разрушающие испытания проводить с экономической точки зрения не выгодно.

Методы разрушающего контроля обычно используются для определения характеристик материалов, подтверждения изготовления, исследования отказов и могут составлять ключевую часть инженерных критических оценок, которые также включают методы неразрушающего контроля.

Существуют такие методы разрушающего контроля как :

- Воздействие агрессивной средой – испытания на излом и усталостные испытания в различных агрессивных средах. Эти испытания позволяют промышленности оценить влияние этих условий на материалы и характеристики.
- Коррозионное испытание – нетоксичные мелкомасштабные испытания на коррозию в водной среде в различных средах, включая пресную и морскую воду.
- Разрушающее испытание подразделяется на : испытание на растяжение, изгиб и удар.

Испытание на растяжение связано с механическим испытанием металлических изделий, подвергнутых сдерживаемой нагрузке, достаточной для разрыва. Приложен-

ная сила перпендикулярна площади поперечного сечения объекта. Испытания на растяжение определяют четыре механических свойства: предел текучести, предел прочности, удлинение, уменьшение площади. Предел текучести определяется по графику – кривой напряжения-деформации, представленном на рисунке 1.



Рисунок 1 – Кривая напряжения-деформации: точка 1 – предел текучести; точка 2 – предел прочности при растяжении

Вертикальная ось показывает напряжение, а горизонтальная ось указывает деформацию, изменение размеров или указывает увеличение длины цилиндрического образца для испытаний.

Испытание на изгиб – образец изгибается по заданному диаметру под заданным углом в течение определенного времени. После изгиба проверяется напряженная сторона образца для испытаний на изгиб. Если трещины не наблюдаются, то материал имеет хорошую пластичность, распространение крупной трещины на изогнутой стороне показывает, что материалу не хватает соответствующей пластичности.

Испытание на удар – свойство материала изменяется от пластичного до хрупкого при определенной температуре, когда уменьшается рабочая температура, пластичность будет уменьшаться, а предел прочности на разрыв будет увеличиваться. Снижение пластичности означает, что риск хрупкого разрушения будет выше. Испытания на удар проводятся, чтобы убедиться, что материал будет безопасным при минимальной расчетной температуре металла. Одним из наиболее распространенных испытаний на удар является испытание на удар стержнем с надрезом, которое называется испытанием на удар по Шарпи. Испытание на удар по Шарпи является разрушающим испытанием и использует испытание на удар одиночным ударом маятникового типа, при котором образец закреплен с обоих концов и будет сломан падающим маятником. Поглощенная энергия, определяемая последующим подъемом маятника, является мерой ударной вязкости или ударной вязкости материала.

Маятник воздействует на исследуемый образец (рис. 2), разбивает его и поднимается, если заметно поднимается, это означает, что испытательный образец получил немного энергии, чтобы сломать его. В том же испытании, если он немного поднимается, это показывает, что маятник потратил много энергии, чтобы сломать испытуемый образец.

Испытание на усталость – проводятся в среде воздуха или морской воды, используются для проверки основных материалов и прочности сварных соединений при нагрузке с постоянной или переменной амплитудой. Этот метод разрушающего контроля может также использоваться для испытания на рост усталостных трещин сварных швов, основных металлов и зон термического влияния.

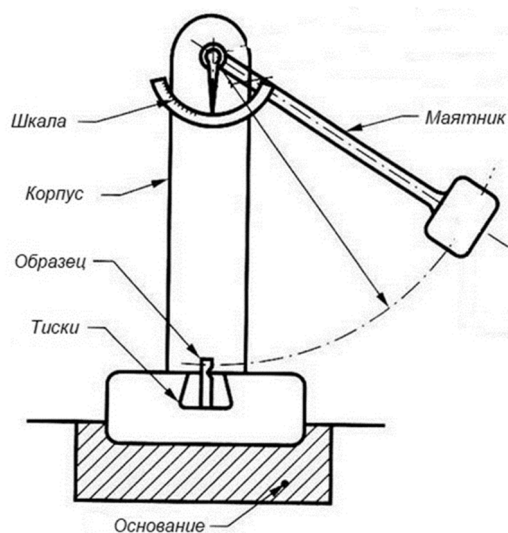


Рисунок 2 – Ударный изгиб по Шарпи

Водородное испытание – распространяется на материалы, которые подвержены коррозии в результате воздействия водорода. Эти испытания можно проводить при различных температурах и скоростях деформации.

Разрушающие методы контроля позволяют выявить основные характеристики разрушения объектов, образцы которых представлены для исследования.

Литература:

1. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.
2. 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.
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.

10. 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. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.

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

3. 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 75-th anniversary of the Victory in 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

5. Technology of transportation of high-viscosity oils using the method of heating. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // 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 : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.

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

8. 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. – V. 1. – P. 156–160.

9. Analysis of paint and varnish 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. – V. 1. – P. 281–284.

10. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.

ДЕФЕКТОСКОПИЯ ДЕТАЛЕЙ БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

FLAW DETECTION OF DRILLING EQUIPMENT PARTS

Зяблов Михаил Дмитриевич

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

Паршиков Евгений Валерьевич

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

Крамаренко Антон Павлович

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

Приходько Марина Геннадьевна

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

Аннотация. Отражены особенности дефектоскопии деталей бурового оборудования ультразвуковыми методами контроля, описаны основные преимущества и недостатки данного метода, а также особенности его применения.

Ключевые слова: дефектоскопия, буровое оборудование, ультразвуковые методы контроля, контроль качества, преобразователь, резьбы.

Zyablov 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
mixail.zyablov@yandex.ru

Parshikov Evgeny Valeryevich

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

Kramarenko Anton Pavlovich

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

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. The features of flaw detection of drilling equipment parts by ultrasonic control methods are reflected, the main advantages and disadvantages of this method, as well as the features of its application, are described.

Keywords: flaw detection, drilling equipment, ultrasonic control methods, quality control, transducer, threads.

Одним из наиболее уязвимых элементов бурового оборудования является резьба. При проведении дефектоскопии бурового оборудования методами неразрушающего контроля, особое внимание уделяется резьбам.

Перед выполнением дефектоскопии поверхности детали, по которым производится контроль, должны быть очищены от загрязнений. Чтобы обеспечить надежный акустический контакт преобразователя с поверхностью детали без воздушных промежутков, на поверхность детали, контактирующую с искательной головкой, наносят слой масла. Чем больше криволинейность поверхности и выше температура, тем более вязкие масла следует применять в качестве контактной жидкости.

Дефектоскопию цилиндрических и конических, наружных и внутренних резьб буровых и эксплуатационных труб и замков выполняют на частотах ультразвуковых колебаний 2,5 и 5,0 МГц искательными головками с углами 45...50° для стали и 50...55° для алюминия. Контроль ведется зигзагообразным движением преобразователя (рис. 1). Следует учитывать, что наиболее часто трещины возникают в местах сбега резьбы.

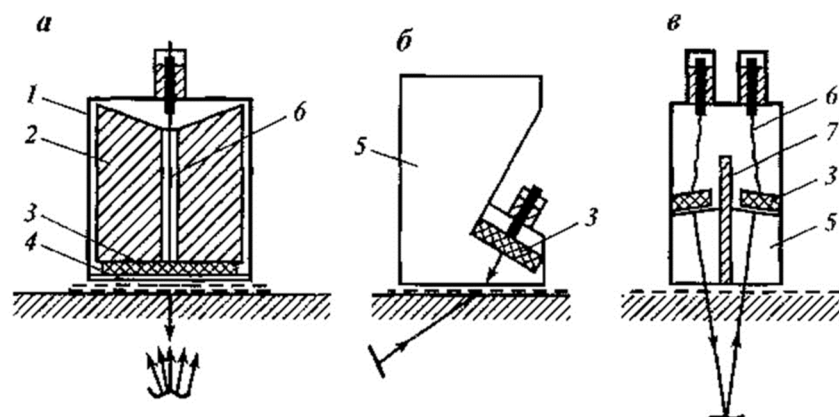


Рисунок 1 – Схемы ультразвуковых преобразователей искательных головок: а – прямая; б – наклонная; в – раздельно-совмещенная; 1 – корпус; 2 – демпфер; 3 – пьезопластина; 4 – защитное доньшко (протектор); 5 – призма; 6 – токопровод; 7 – акустический экран

Контроль сварных швов выполняется преобразователями зигзагообразным перемещением их вдоль шва. Швы толщиной 10...25 мм проверяют преобразователями с углами 40° и 50° на частотах 2,5 и 5,0 МГц. При этом нижняя часть шва прозвучивается дважды отраженным лучом, а верхняя – лучом, отраженным один раз (рисунок 2).

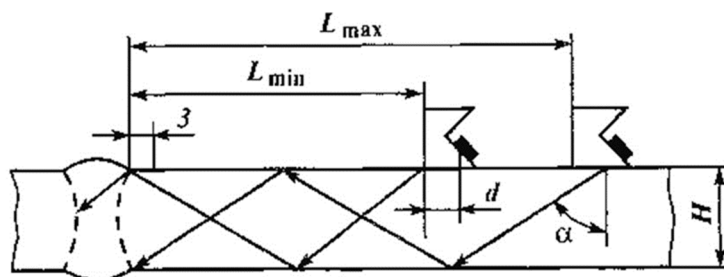


Рисунок 2 – Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов

На рисунке 3 приведена схема ультразвуковой дефектоскопии валов на примере вала турбобура. Контроль вала ведется на частотах 2,5...5,0 МГц. Переходы от одного диаметра к другому контролируются поверхностной волной на частоте 2,5 МГц со стороны меньшего диаметра.

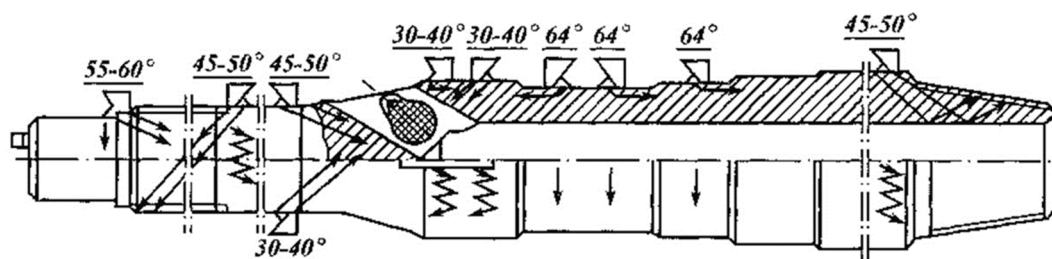


Рисунок 3 – Ультразвуковая дефектоскопия вала турбобура

Современные ультразвуковые дефектоскопы обладают высокой чувствительностью и точностью до 2 %.

К основным недостаткам ультразвуковых методов относятся необходимость достаточно высокой чистоты поверхности деталей и существенная зависимость качества контроля от квалификации оператора дефектоскописта.

Применительно к дефектоскопии бурового оборудования контроль ультразвуковыми методами является наиболее достоверным при соблюдении всех требований НТД.

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. 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.

Literature:

1. Reducing the 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 – Yug, 2020. – V. 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. – V. 1. – P. 301–304.
4. Acoustic methods of control / A.V. Polyakov [etc.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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 – Yug, 2020. – V. 2. – P. 20–23.
6. Vortex-current methods of control / A.V. Polyakov [etc.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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. – V. 2. – P. 36–39.
8. Combating foaming in field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. 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 – South, 2020. – P. 178–180.

**СОВРЕМЕННЫЕ КОНВЕРТИРОВАННЫЕ АВИАДВИГАТЕЛИ
НА ОСНОВЕ НК-12**

MODERN CONVERTED AIRCRAFT ENGINES BASED ON NK-12

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Слепцов Александр Алексеевич

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
sleptsov.aa00@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность использования турбовинтового авиационного двигателя НК-12 в современной нефтегазовой промышленности. Также рассмотрены основные этапы развития конвертированных авиадвигателей на базе НК-12СТ.

Ключевые слова: конвертированный авиационный двигатель, газотурбинный двигатель, транспорт газа, НК-12

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Sleptsov Alexandr Alekseevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Annotation. This article examines the relevance of using the NK-12 turboprop aircraft engine in the modern oil and gas industry. The main stages of development of converted aircraft engines based on NK-12ST are also considered.

Keywords: converted aircraft engine, gas turbine engine, gas transport, NK-12

НК-12 – турбовинтовой авиационный двигатель, разработанный в СНТК Кузнецова (ОКБ-276) в 1950-х годах, в последствии ставший родоначальником отечественной конвертации газотурбинных авиадвигателей. Первые конвертированные авиационные двигатели семейства НК были изготовлены в начале 1970-х годов. Первым из них стал газотурбинный привод НК-12СТ, прошедший межведомственные испытания в 1974 году, в качестве привода газоперекачивающих агрегатов ГПА-Ц-6,3. В качестве топлива использовался природный газ, что обеспечивало полную автономность работы двигателя. Назначенный ресурс двигателя составлял 33 тысячи часов (включая два ремонта). Средняя наработка составила около 40 тысяч часов для 2000

двигателей серийного производства. По состоянию на 2005 год в эксплуатации находилось более 1750 установок этого типа. Однако устаревание двигателя и выработка его ресурса привела к необходимости поиска новых способов обеспечения ГПА дешевым и мобильным приводом. На основе двигателя НК-12СТ был создан и внедрен НК-14СТ, его особенностью была полная взаимозаменяемость с НК-12СТ в качестве привода ГПА. В конструкции НК-14СТ используется приблизительно 30 % деталей базового двигателя НК-12СТ, по сравнению с которым изменены проточная часть компрессора и разработана новая конструкция свободной турбины и турбины турбокомпрессора. Назначенный ресурс этого двигателя в зависимости от производителя мог достигать 100 тысяч часов, минимальным же значением было 50 тысяч часов. Конструкторам удалось добиться роста КПД с 26,1 % до 32 %. Установки типа НК-14СТ закрывают важную нишу в классе промышленных ГТУ мощностью 8–10 МВт, с 1995 года их было создано около 200 единиц.

В дальнейшем для работы в качестве привода центробежного нагнетателя при модернизации ГПА-Ц-6,3; ГПА-Ц-10Б; ГТК-10И; на основе НК-14СТ был спроектирован НК-14СТ-10. За счет конструкторских изменений повышена мощность двигателя с 8 до 10 МВт, а КПД с 32 % до 34 %. Изготовлено 7 двигателей.

Также в начале 2000-х годов был подготовлен к серийному выпуску ряд энергетических установок с использованием конвертированных авиационных газотурбинных двигателей семейства НК – НК-14Э; НК-14 ЭБР; действующих в составе блочно-модульных электростанций и охватывающих мощностной ряд от 8 до 10 МВт. На базе этого двигателя спроектирована теплоэлектростанция АТГ-10, способная обеспечить электроэнергией небольшие города и посёлки, промышленные и строительные объекты, удалённые от центральных энергоносителей.

Таким образом авиационный двигатель НК-12, производимый с 1954 года до сих пор может быть модернизирован и актуален в качестве привода ГПА или составной части теплоэлектростанций за счет дешевизны, простоты в использовании, и непревзойденной мобильности.

Литература:

1. Velichko E.I., Muzykantova A.B., Inozemtsev D.A. Possibility of extended analysis of operating efficiency of rotary-type machine roller bearings // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

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. 2. – 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. 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.

8. Моделирование технологических процессов транспорта газа в магистральных трубопроводах / П.С. Кунина [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2016. – № 5. – С. 30–33.

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.

Literature:

1. Velichko E.I., Muzykantova A.B., Inozemtsev D.A. Possibility of extended analysis of operating efficiency of rotary-type machine roller bearings // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

2. Velichko E. I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical state of gas compressor units // Problems of geology, development and exploitation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves: Proceedings 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 to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

4. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

5. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 134–138.

6. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

7. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 301–304.

8. Modeling of technological processes of gas transportation in trunk pipelines / P.S. Kunina [et al.] // Territory Neftegaz. – 2016. – № 5. – P. 30–33.

9. Combating foaming in field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. 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 – South, 2020. – P. 178–180.

**ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ
КАК СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ЭВМ**

**REPRESENTATION OF PROGRAMMING LANGUAGES
AS COMPUTER CONTROL TOOLS**

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Иноземцев Александр Александрович

студент кафедры «Информационных и измерительных систем и технологий»
факультета «Информационных технологий и управления»
Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова
leyvidos@yandex.ru

Аннотация. В статье приведен обзор истории развития и существующих на сегодняшний день языков программирования, их назначение и применение в современных исследованиях.

Ключевые слова: программирование, ЭВМ, алгоритм, язык программирования.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Inozemtsev Alexandr Alexandrovich

Student of the Department of «Information and Measurement Systems
and Technologies»,
Faculty of «Information Technologies and Management»,
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)
leyvidos@yandex.ru

Annotation. The article provides an overview of the history of development and current programming languages, their purpose and application in modern research.

Keywords: programming, computer, algorithm, programming language.

На этапе широкого использования электронно-вычислительных машин (ЭВМ) специалисты не обходятся без использования языков программирования, с помощью которых они представляют алгоритмы исполняемой задачи в той форме, которая будет понятна машине.

Как считают многие авторы книг, в которых рассказывается об истоках программирования, прародитель современной дисциплины – английский математик Чарлз Бэббидж (1791–1871). Его идея – создать вычислительную машину с хранимой программой, которая бы автоматически выполняла предписанные действия.

Спустя 100 лет, в середине 1940-х годов начали появляться первые ЭВМ. Для программирования этих машин использовались специальные цифровые коды, состоя-

шие из единиц и нулей. Немного позже, в 1947 г. появляется первый ассемблер, на тот момент, называвшийся «множеством базовых команд». Он представлял собой набор команд, запись которых представляла собой комбинацию букв и цифр – мнемоническую запись, и позволял сократить ошибки и время работы при написании кода.

В середине 1950-х годов появляется первый язык высокого уровня (ЯВУ) – FORTRAN. Вслед за ним выходят и другие ЯВУ: LISP, ALGOL 58, FACT. Теперь языки программирования представляют собой имитацию естественных языков, включают в себя слова, математические символы. Теперь гораздо легче писать большие программные комплексы, проще реализовать сложные и громоздкие математические операции.

В дальнейшем появились более знакомые нам языки COBOL (1959), Basic (1964), Pascal (1970), C (1972).

Раньше работа с кодом для ЭВМ требовала узких знаний в этой области, изучения структуры конкретной ЭВМ, больших временных затрат. Сейчас же освоение программирования зависит по большей части от желания человека, ведь работа с языками высокого уровня включена даже в школьную образовательную программу.

Сейчас от многообразия языков программирования может закружиться голова. Это большое пространство, среди которого можно найти необходимый инструмент для решения той или иной задачи. А простота синтаксиса этих языков позволит без труда обуздать этот инструмент и воплощать с помощью него свои идеи.

Исходя из данных рейтинга GitHub «PYPL», основывающегося на анализе Google-трендов, на данный момент к самым используемым языкам программирования можно отнести: Python, JavaScript, Java и C# и PHP. Они составляют большую часть запросов пользователей. Их активно изучают и работают с ними. На их основе пишутся приложения, прикладные программы, осуществляется web-разработка и многое другое.

C и C++ далеко не отстают по популярности. Это совершенно не удивляет, ведь они имеют преимущество в скорости исполнения и в меньшем объеме используемых ресурсов. Их используют, там, где важна скорость исполнения (операционные системы, сложные программы, видеоигры, банковские приложения и т.д.).

Также, не особо популярным, но не менее важным является SQL – язык структурированных запросов. С его помощью обеспечивается доступ к базам данных и управление ими.

С середины XX века до сегодняшнего дня языки программирования претерпевали значительные изменения, ведущие к простоте и безопасности работы с ними. Во время глобальной автоматизации представление о способностях языков программирования является важным и существенным. Широкий спектр различных языков открывает большие возможности для достижения поставленных целей и решении текущих проблем.

Литература:

1. 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.

2. Иноземцев Д.А., Степанов М.С., Колесник И.А. Техническая диагностика как инструмент определения текущего состояния газонефтетранспортных систем // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 145–147.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. 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.

7. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возникновение отказов энергетического оборудования нефтегазовой отрасли в зависимости от периода его эксплуатации // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 23–28.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – С. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermo-gas-dynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Formation of mathematical model of vibration spectrum, reflecting the damage of rolling bearing elements of rotor units / E.I. Velichko [etc.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 6 (330). – P. 27–32.

7. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Occurrence of Failures of Power Equipment of Oil and Gas Industry Depending on the Period of its Operation // Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 23–28.

МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ОСНАЩЕНИЯ ГРС

METHODS OF IDENTIFICATION AND ELIMINATION OF MALFUNCTIONS OF EQUIPMENT OF GAS DISTRIBUTION STATIONS

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Тлий Диана Азметовна

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Колесник Иван Александрович

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Рассмотрены основные виды неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации ГРС, а также приведены методы их обнаружения и устранения. Приведены основные причины, вызывающие неполадки.

Ключевые слова: утечка газа, засорение, механические примеси, ротор, фильтр, перепад давлений, задвижка, дефект, сальник, шток.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Tliy Diana Azmetovna

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Kolesnik Ivan Alexandrovich

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Annotation. The main types of malfunctions that occur during the operation of gas distribution stations are considered, as well as methods for their detection and elimination. The main causes of the problem are given.

Keywords: gas leak, blockage, mechanical impurities, rotor, filters, pressure drop, gate valve, defect, oil seal, stem.

Одна из самых часто встречаемых неисправностей ГРС – это утечка газа. Такая закономерность возникает по причине того, что на ГРС часто используются фланцевые и резьбовые соединения. Ликвидация утечек – это сложный процесс. В

роли прокладок во фланцевых соединениях можно использовать такие материалы, как клингерит или паронит, предварительно пропитанные маслом.

Причиной утечки газа могут стать неправильно затянутые болты или же неправильно подобранный диаметр болтов. В этом случае происходит искривление фланцев, что приводит к утечкам. Сведение количества резьбовых соединений на ГРС к минимальному может значительно снизить риск возникновения утечек.

В процессе работы ротационного счетчика утечки газа могут происходить через маслозаливные пробки, накидные гайки трубопроводов, пробки дифференциального манометра и фланцы. Также имеет место засорение полости между роторами и стенками камер. Туда могут попадать различные механические примеси. Это приводит к тому, что роторы перестают вращаться, а также к неисправностям счетчика.

Частый вид неисправностей газового фильтра – это утечка или засорение. Признаком последнего может служить значительный перепад давления из-за возрастающего сопротивления газовому потоку. Вследствие этого часто происходит разрыв сеток обоймы. Для предотвращения этого нужно время от времени проверять разницу давлений на фильтре и, если есть такая необходимость, проводить очистку от механических примесей.

Основными неисправностями задвижек являются отрыв дисков от шпинделя, поломка маховика, утечка газа через сальник задвижки, трещины буксы сальника. В таких случаях целесообразно подтягивание нажимной буксы сальника или перенабивка сальника при перекрытой задвижке.

В предохранительно-запорных клапанах имеют место такие виды неисправностей, как засорение клапана или дефект седла. Выявить и ликвидировать это возможно при разборке клапана. Также здесь возможно заедание штока или рычагов клапана. В таком случае при падении молотка клапан остается открытым.

Независимо от того, что почти все нынешние ГРС имеют высокие эксплуатационные характеристики, каждая ГРС может целиком или частично выйти из строя. В этом случае важнейшей целью обслуживающего персонала является быстрое выявление и устранение неисправностей в работе оборудования.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Величко Е.И., Музыкантова 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. 052080.

7. Расчет диагностического параметра вибраций для оценки технического состояния подшипников скольжения ГТУ / М.А. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – № 6 (59). – С. 63–66.

8. Совершенствование элементов технологической оснастки обсадных колонн и опыт их применения при цементировании скважин / А.Е. Нижник [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 5. – С. 64–70.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical state of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : materials of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House-Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermo-gas-dynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

7. Calculation of the diagnostic parameter of vibrations to assess the technical condition of the GTU sliding bearings / М.А. Абессоло [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2017. – № 6 (59). – P. 63–66.

8. Improvement of elements of technological rigging of casing and experience of their use in cementing wells / А.Е. Nizhnik [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2017. – № 5. – P. 64–70.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КОНВЕРТИРОВАННЫХ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ПРИ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ**

**MAINTENANCE OF CONVERTED VEHICLES AIRCRAFT ENGINES
AT PLANNING AND WARNING SYSTEM**

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Рассмотрен опыт в области технического обслуживания конвертированных авиационных двигателей при планово-предупредительной системе, позволяющий оптимизировать затраты времени на обслуживание конвертированных авиационных двигателей.

Ключевые слова: техническое обслуживание, планово-предупредительный ремонт, авиационный двигатель, регламент.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@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

Annotation. The experience in the field of maintenance of converted aircraft engines with a planned warning system is considered, which allows optimizing the time spent on maintenance of converted aircraft engines.

Keywords: maintenance, scheduled preventive maintenance, aircraft engine, regulations.

Все более широкое применение конвертированных авиационных двигателей (КАД) в нашей стране придают особую актуальность проблемам повышения эффективности и надежности использования тяжелого энергетического оборудования. Для сокращения эксплуатационных расходов и обеспечения высокой безопасности работы персонала на этом оборудовании, возникает необходимость постоянного совершенствования процессов технической эксплуатации КАД, что, в свою очередь, определяется действующей системой технического обслуживания и ремонта (ТОиР).

Организация работ по техническому обслуживанию и ремонту КАД и порядок их выполнения производятся в соответствии с определенным комплексом взаимосвязан-

ных положений и норм. Характер и специфичность указанных положений и норм определяют ту или иную систему технического обслуживания и ремонта оборудования. В нашей стране в настоящее время принята и действует планово-предупредительная система (ППС) обслуживания и ремонта КАД.

Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта строго регламентирует как объемы профилактических работ, так и периодичность, их выполнения. Принципы и порядок технического обслуживания определяются нормативно-технической документацией, зависят от эксплуатационных свойств КАД.

Исходными данными при разработке указаний служат регламент технического обслуживания, а также материалы заводских и эксплуатационных испытаний. При этом разработка и корректировка регламента, должны производиться с учетом того, что от объема и периодичности профилактических работ по поддержанию исправного и работоспособного состояния КАД, его отдельных узлов и функциональных систем в сильной степени зависит ряд важных показателей, таких, как: надежность работы и эффективность использования газотурбинного двигателя, а также величина эксплуатационных расходов.

При планово-предупредительной системе регламенты предусматривают выполнение оперативного и периодического видов технического обслуживания.

Оперативное техническое обслуживание выполняется через назначенный промежуток времени (наработка в часах) регулярной эксплуатации, если по наработке часов не требуется выполнения периодического технического обслуживания.

Периодическое техническое обслуживание производится с определенной периодичностью по наработке часов. Это обслуживание выполняется как для выявления отказов и неисправностей КАД, его отдельных систем агрегатов и деталей, так и для проведения различных профилактических работ по предотвращению их возникновения. При периодическом техническом обслуживании, в частности, производится замена агрегатов, отработавших ресурс.

Применение метода технического обслуживания конвертированных авиационных двигателей по состоянию позволяет устранить несоответствие между стохастическим характером ухудшения технического состояния техники в процессе эксплуатации и детерминированным объемом, и организацией работы по его восстановлению, так как объем и содержание работ при этом методе определяются техническим состоянием агрегата в целом.

Литература:

1. Velichko E.I., Muzykantova A.B., Inozemtsev D.A. Possibility of extended analysis of operating efficiency of rotary-type machine roller bearings // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

2. Величко Е.И., Иноземцев Д.А. Роль параметрической диагностики в общей системе определения текущего технического состояния газоперекачивающих агрегатов // В сборнике : 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 газонефтетранспортных 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. 2. – 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. 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.

8. Моделирование технологических процессов транспорта газа в магистральных трубопроводах / П.С. Кунина [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2016. – № 5. – С. 30–33.

9. 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. 052080.

Literature:

1. Velichko E.I., Muzykantova A.B., Inozemtsev D.A. Possibility of extended analysis of operating efficiency of rotary-type machine roller bearings // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

2. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. Role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical state of gas compressor units // In the collection: Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves: Proceedings 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 to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

4. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

5. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

6. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

7. Radiation method of control / A.V. Polyakov [etc.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 301–304.

8. Modeling of technological processes of gas transportation in trunk pipelines / P.S. Kunina [et al.] // Territory Neftgaz. – 2016. – № 5. – P. 30–33.

9. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of the aggregated analysis of the serviceability of rolling supports of rotor-type machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference "EarthScience". – 2020. – P. 052080.

КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙНЫХ УТЕЧЕК

CLASSIFICATION OF EMERGENCY LEAKS

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Колесник Иван Александрович

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
mr.ivan.kolesnik@mail.ru

Тлий Диана Азметовна

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
dianatly@yandex.ru

Аннотация. Следствием аварий при газопроводном транспорте является изменение режима работы трубопроводов, загрязнение окружающей среды и экономические потери от утечек газа.

Ключевые слова: авария, утечка, трубопровод, выбросы.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Kolesnik Ivan Alexandrovich

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Tliy Diana Azmetovna

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
dianatly@yandex.ru

Annotation. Accidents in gas pipeline transport result in changes in the operating mode of pipelines, environmental pollution, and economic losses from gas leaks.

Keywords: accident, leak, pipeline, emissions.

Следствием аварий при газопроводном транспорте является изменение режима работы трубопроводов, загрязнение окружающей среды и экономические потери от утечек газа. Под авариями следует понимать полное или частичное повреждение целостности тела трубопровода, с последующим выбросом газа в атмосферу или почву.

Аварийные утечки газа можно классифицировать по различным признакам. Одним из способов их классификации является объединение по способу обнаружения этих утечек.

Таким образом, можно выделить три категории:

Категория утечек	1	2	3
Характер утечек	Малые	Средние	Большие
Метод определения утечки	По анализу содержания газов в воздухе	По косвенным признакам	По показателям приборов

Первая категория подразумевает утечки малых объемов газа из-за малой негерметичности соединений различных узлов, утечки на фланцевых соединениях и арматуре. Такие утечки возможно обнаружить при помощи газовых анализаторов, чаще в закрытых помещениях.

Вторая категория утечек включает сквозные разрушения тела трубопровода, например, от блуждающих токов в анодных зонах, в тех местах где ток выходит из газопроводов в грунт, и электрокоррозия проявляется наиболее сильно.

Третья категория подразумевает аварии на газопроводах с большими объемами утечек. Такие аварии чаще всего происходят из-за механических повреждений трубопровода при проведении работ по ремонту коммуникаций, землеройных строительно-монтажных работах, а также повреждения подземных трубопроводов от нагрузок городского транспорта.

Эти три категории объединяют аварии с наиболее распространенными причинами. Также можно выделить четвертую категорию и отнести к ней все прочие виды аварий, например, от деформации грунтов из-за природных стихийных бедствий (сейсмические колебания, вибрации, обвалы, землетрясения, оползни и т.д.).

Наиболее простой способ обнаружения утечки – контроль показателей измерительных приборов и их сравнение с расчетными значениями. Однако, в некоторых случаях утечки газа не могут быть определены таким образом, например, если в начале трубопровода устанавливается газорегуляторный пункт, поддерживающий уровень давления, тогда показания манометров и расходомеров будут показывать стандартные значения. Крупные аварии со значительными утечками газа происходят значительно реже, чем мелкие, но они влекут за собой довольно серьезные экологические последствия, представляют угрозу для людей из-за повышенной пожаро- и взрывоопасности, а также экономические затраты на ремонт трубопровода, потери газа и простой оборудования. Поэтому обнаружение и предупреждение таких аварий является более приоритетным.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Расчет диагностического параметра вибраций для оценки технического состояния подшипников скольжения ГТУ / М.А. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – № 6 (59). – С. 63–66.

7. Величко Е.И., Музыкантова 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. 052080.

8. Совершенствование элементов технологической оснастки обсадных колонн и опыт их применения при цементировании скважин / А.Е. Нижник [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 5. – С. 64–70.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosing by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Calculation of the diagnostic parameter of vibrations to assess the technical condition of the GTU sliding bearings / М.А. Абессоло [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2017. – № 6 (59). – P. 63–66.

7. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of an enlarged analysis of the serviceability of roller bearings of rotary type machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

8. Improvement of elements of technological rigging of casing and experience of their application during well cementing / А.Е. Nizhnik [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2017. – № 5. – P. 64–70.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ**

**PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE OIL AND GAS INDUSTRY
IN THE KRASNODAR TERRITORY**

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Тлий Диана Азметовна

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Колесник Иван Александрович

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье описана перспектива развития добычи углеводородов основных месторождений Краснодарского края, приводятся количественные данные об остаточных запасах в данной местности и прогнозы на дальнейшую разработку месторождений. Приведена оценка потенциала залежей в Краснодарском крае.

Ключевые слова: скважина, потенциал залежи, разработка скважины, степень изученности, добыча, геологическая разведка, разведанные запасы, шельф, прогноз, оценка запасов.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Tliy Diana Azmetovna

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Kolesnik Ivan Alexandrovich

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Annotation. The article describes the prospects for the development of hydrocarbon production in the main fields of the Krasnodar Territory, provides quantitative data on the remaining reserves in this area and forecasts for further development of the fields. An assessment of the potential of deposits in the Krasnodar Territory is given.

Keywords: well, reservoir potential, well development, degree of exploration, production, geological exploration, proven reserves, shelf, forecast, reserve assessment.

Краснодарский край является одним из самых древних регионов России, где была начата добыча нефти и газа. В целом в крае нефть добывается более чем на 90 месторождениях. Большинство из них – нефтяные, но есть также и газонефтяные, и нефтегазовые, и нефтегазоконденсатные.

В общей сложности нефтегазодобывающий комплекс Краснодарского края формируют около 248 месторождений различного вида.

Основная сложность, с которой сталкивается нефтегазовая промышленность края в настоящее время, – это то, что разведка ведется в основном на небольшие и сложно построенные месторождения. К тому же, чаще всего данные местности представлены породами, которые характеризуются тяжелыми горно-техническими условиями.

По оценке количества нефтегазовых запасов Краснодарский край занимает первое место, обходя при этом северокавказские республики. Однако степень изученности запасов Краснодарского края ниже.

По последним данным местный нефтегазовый потенциал все еще очень велик. Например, запасы шельфа Черного моря составляют около двух миллиардов тонн нефти. На суше также есть участки, требующие дальнейшей разработки и освоения. Для этого в 2009 году из краевого и федерального бюджета было выделено 80 миллионов рублей на освоение данных залежей, к тому же нефтегазовые компании также выделяют значительные средства на геологическую разведку и бурение. Например, ООО «НК «Приазовнефть» осуществляет добычу нефти на месторождении «Песчаное», где был повышен прирост разведанных запасов.

В районе Куликовского гирла сейсморазведка выявила высокую вероятность наличия большого месторождения углеводородов. По данным разведки месторождение может содержать около 5 миллионов тонн нефти, что дает возможность при рациональном использовании разрабатывать его долгое время, около 20 лет.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что Краснодарский край имеет хорошие перспективы дальнейшего развития в нефтегазовой отрасли. Несмотря на истощение старых месторождений, в крае выявлено некоторое количество залежей нефти и газа, что говорит о дальнейшем развитии нефтегазодобывающего комплекса этих мест.

Литература:

1. 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.

2. Иноземцев Д.А., Степанов М.С., Колесник И.А. Техническая диагностика как инструмент определения текущего состояния газонефтетранспортных систем // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 145–147.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Совершенствование элементов технологической оснастки обсадных колонн и опыт их применения при цементировании скважин / А.Е. Нижник [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 5. – С. 64–70.

7. 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. 052080.

8. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возникновение отказов энергетического оборудования нефтегазовой отрасли в зависимости от периода его эксплуатации // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 23–28.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House-Yug, 2020. – V. 1. – С. 145-147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosing by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [and others] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Improvement of elements of technological rigging casing and experience of their application in cementing wells / A.E. Nizhnik [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2017. – № 5. – P. 64–70.

7. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of an enlarged analysis of the serviceability of roller bearings of rotary type machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

8. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Occurrence of Failures of Power Equipment of Oil and Gas Industry Depending on the Period of its Operation // Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 23–28.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ ГАЗОПРОВОДОВ

CAUSES OF GAS PIPELINE ACCIDENTS

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Тлий Диана Азметовна

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Колесник Иван Александрович

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены группы и причины аварий при транспортировке газа.

Ключевые слова: авария, утечка, трубопровод, выбросы.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Tliy Diana Azmetovna

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Kolesnik Ivan Alexandrovich

Student training direction 21.04.01 «Oil and gas engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Annotation. This article discusses the groups and causes of accidents during gas transportation.

Keywords: accident, leak, pipeline, emissions.

Аварии при транспортировке газа могут возникать по различным технологическим причинам, а также в результате человеческих ошибок. Можно выделить несколько групп причин возникновения аварий: Несоблюдение технологии изготовления труб, а также отклонение от ГОСТа. В результате этих нарушений снижается качество труб, они имеют различные дефекты, такие как : трещины, расслоения, снижение прочностных характеристик, ударной вязкости, ухудшение упругих свойств металла. Также к этой группе можно отнести дефекты связанные с нарушениями технологии изготовления стали, неметаллическими

включениями, ликвации и прочие химические нарушения. При правке и калибровке труб иногда происходит вытяжка, выходящая за допустимые пределы, что приводит к снижению пластических и прочностных характеристик труб и дальнейшему разрушению трубы в процессе ее эксплуатации или гидроиспытаниях.

Несоблюдение норм на этапе проектирования и сооружения трубопровода. Нарушение правил транспортировки труб к месту монтажа, сварки, антикоррозионной защиты, а также укладки трубопровода приводит к повреждению стенок трубы и различным дефектам в виде царапин, отклонений от цилиндричности, вмятин. При механических повреждениях возможно нарушение целостности изоляции, что приводит к активной электрохимической коррозии (как и при низком качестве изготовления изоляционного слоя). Исправление таких дефектов во время эксплуатации объекта является крайне дорогостоящим и затруднительным.

Нарушения при эксплуатации трубопровода. Наиболее распространенными нарушениями являются превышения давления больше допустимого эксплуатационным режимом. Такие аварии происходят в результате ошибок при перекрытии запорной арматуры, при образовании закупорок в трубопроводе. Также местное сопротивление в трубопроводе может быть следствием гидратообразования при охлаждении трубопровода в зимний период, при обнажении части трубопровода и нарушениях на установках подготовки газа к транспорту. Такие нарушения приводят к разрушению трубопровода в наиболее слабых местах (на сварных соединениях и местах растяжения трубы).

Усталостное разрушение труб во время эксплуатации и испытаний. Они происходят в местах развития микротрещин, пор и прочих несплошностей металла. Также особую опасность представляют места с концентраторами напряжений в виде вмятин, царапин, загибов и местах опор.

Влияние природных явлений, приводящих к изменению положений грунта также является одной из причин аварий. К ним относятся землетрясения, оползни, обвалы, осадка грунта, сейсмические колебания и вибрации. Особенно частое проявление таких факторов встречается в сейсмически активных зонах, холмистой и гористой местности и местах с частыми наводнениями.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Совершенствование элементов технологической оснастки обсадных колонн и опыт их применения при цементировании скважин / А.Е. Нижник [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 5. – С. 64–70.

7. 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. 052080.

8. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возникновение отказов энергетического оборудования нефтегазовой отрасли в зависимости от периода его эксплуатации // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 23–28.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House-Yug, 2020. – V. 1. – С. 145-147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosing by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [and others] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Improvement of elements of technological rigging casing and experience of their application in cementing wells / A.E. Nizhnik [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2017. – № 5. – P. 64–70.

7. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of an enlarged analysis of the serviceability of roller bearings of rotary type machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

8. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Occurrence of Failures of Power Equipment of Oil and Gas Industry Depending on the Period of its Operation // Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 23–28.

ТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОХЛАЖДЕНИЯ КАМЕР СГОРАНИЯ ГТУ

**TRADITIONAL METHODS OF COOLING THE COMBUSTION CHAMBERS
OF GTP**

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Величко Евгений Иванович

кандидат технических наук,
доцент, зав. кафедрой «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»,
«Института нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Музыкантова Анна Викторовна

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
«Института нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Слепцов Александр Алексеевич

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

Аннотация. В данной статье рассматриваются традиционные конструктивные методы охлаждения камер сгорания газотурбинных установок с целью поддержания прочности элементов камеры и продления срока службы газотурбинной установки.

Ключевые слова: газотурбинная установка, охлаждение камеры сгорания, жаровые трубы, повышение срока службы.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Velichko Yevgeny Ivanovich

Associate Professor, Department of equipment for oil and gas fields,
head of Department of equipment for oil and gas fields,
«Institute oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Muzykantova Anna Viktorovna

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields
«Institute oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Sleptsov Alexandr Alekseevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. This article discusses traditional constructive methods for cooling the combustion chambers of gas turbine plants in order to maintain the strength of the chamber elements and extend the service life of the gas turbine plant.

Keywords: gas turbine plant, combustion chamber cooling, flame tubes, increased service life.

Вопросу охлаждения камер сгорания газотурбинных установок уделяется отдельное внимание из-за того, что ряд элементов камеры (жаровые трубы, соединительные втулки между жаровыми трубами и т.д.) находится под постоянным потоком газов имеющих высокую температуру, что способно привести к потере ими прочности и снижению срока службы газотурбинной установки. Эти элементы создаются из жаропрочных материалов и требуют мер по охлаждению стенок камеры сгорания и ее элементов.

Стенки жаровой трубы охлаждаются с наружной стороны воздухом, движущимся по кольцевому пространству между жаровой трубой и наружным кожухом. Для лучшего охлаждения жаровой трубы снаружи увеличивают внешнюю поверхность охлаждения с помощью ребер. Однако только внешнее охлаждение не всегда является достаточным, могут возникнуть местные перегревы, что способно привести к прогару или появлению температурных напряжений опасных для целостности поверхности. Поэтому дополнительное охлаждение жаровой трубы осуществляется струями воздуха, омывающего жаровую трубу с внутренней стороны. Для этого часть вторичного воздуха вводится в жаровую трубу для образования воздушного слоя, движущегося вдоль стенки, уменьшающего приток тепла к ней. Данный слой может образовываться как при помощи большего числа отверстий, сделанных в уступе, так и с помощью большего числа просечек. Также существуют возможности создания данного слоя при помощи изготовления жаровой трубы из нескольких секций, соединенных между собой посредством промежуточной гофрированной ленты или выштамповками на секциях. В этих случаях расстояния между отдельными секциями и их длину подбирают опытным путем. Недостатком такого варианта охлаждения является большое потребное количество воздуха, которое приводит к большой неравномерности газового потока перед турбиной.

Следует отметить, что при вводе вторичного воздуха у кромки отверстия имеется пониженная температура, а на небольшом расстоянии от нее температура стенки заметно выше вследствие плохой теплопроводности жаропрочного материала. Подобный перепад температур способен вызвать повреждения у края отверстия и отламывание кусков стенки жаровой трубы, что при попадании обломков в турбину может привести к поломке ее лопаток. Если отверстие будет окантовано защитной манжетой, то у края отверстия из-за плохой теплопередачи манжеты к стенке температура будет больше, что приводит к меньшему перепаду температур между краем отверстия и стенке жаровой трубы и является необходимым конструктивным решением для продления срока службы газовой турбины. Защитные манжеты камеры сгорания устанавливаются путем развальцовки заготовки с последующим ее обжатием.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Величко Е.И., Музыкантова 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. 052080.

7. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Возникновение отказов энергетического оборудования нефтегазовой отрасли в зависимости от периода его эксплуатации // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 23–28.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House-Yug, 2020. – V.1.– С. 145-147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosing by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [and others] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Possibility of an enlarged analysis of the serviceability of roller bearings of rotary type machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

7. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Occurrence of Failures of Power Equipment of Oil and Gas Industry Depending on the Period of its Operation // Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 23–28.

ТЕХНОЛОГИИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

TRADITIONAL METHODS OF COOLING THE COMBUSTION CHAMBERS OF GAS TURBINE PLANTS

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

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

Слепцов Александр Алексеевич

студент кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
sleptsov.aa00@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются традиционные конструктивные методы охлаждения камер сгорания газотурбинных установок с целью поддержания прочности элементов камеры и продления срока службы газотурбинной установки.

Ключевые слова: газотурбинная установка, охлаждение камеры сгорания, жаровые трубы, повышение срока службы.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@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

Sleptsov Alexandr Alekseevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
sleptsov.aa00@gmail.com

Annotation. This article discusses traditional constructive methods for cooling the combustion chambers of gas turbine plants in order to maintain the strength of the chamber elements and extend the service life of the gas turbine plant.

Keywords: gas turbine plant, combustion chamber cooling, flame tubes, increased service life.

В мировой практике добычи нефти часто становится задача по увеличению дебита скважины. Самым эффективным подходом является увеличение проницаемости призабойной зоны пласта, которое может быть достигнуто несколькими способами, одним из которых является газодинамический разрыв пласта.

Для осуществления газодинамического разрыва пласта могут быть использованы разные технологии. При использовании твердотопливных генераторов давления возможно получение импульса давления общей продолжительностью до секунды и минимум на порядок меньшим, по сравнению с детонацией, временем нарастания давления. При этом достигается давление порядка 50–150 МПа достаточное для образования 1–2 магистральных трещин длиной 2–15 м, их остаточное раскрытие составляет до 0,3–1,0 мм (по расчетным данным). Кроме того, твердотопливные генераторы давления обеспечивают сохранность обсадной колонны скважин и затрубного цемента в широком диапазоне прочностных свойств, существует возможность их использования через насосно-компрессорные трубы.

Следующей ступенью развития твердотопливных генераторов давления считаются аппараты комбинированного действия, позволяющие совмещать перфорацию скважины с газодинамическим разрывом пласта в пределах интервала перфорации. перфораторной и газогенерирующей, причем процесс воздействия на пласт продуктами горения заряда контролируется рациональным сочетанием различных типов кумулятивных зарядов перфораторного модуля и их фазировкой. Эти аппараты используют два типа зарядов – заряды с возможностью вскрытия прискважинной зоны каналами глубиной 500–800 мм и малым диаметром входного отверстия 8–13 мм (заряды типа «deep-penetration») и заряды, обеспечивающие большой диаметр входного отверстия 13–25 мм и более (заряды типа «big-hole») с глубиной каналов 200–250 мм. Заряды с большой глубиной пробития позволяют улучшить гидродинамическую связь участков пласта за зоной кольматации (загрязнения) со скважиной, если глубина перфорационных каналов больше радиуса зоны кольматации. Заряды с большим диаметром входного отверстия позволяют увеличить суммарную площадь отверстий в обсадной колонне при малой плотности перфорации и обеспечить необходимый расход жидкости и газов через отверстия для развития трещин при срабатывании газогенерирующего модуля. Применение таких зарядов более выгодно, чем увеличение плотности перфорации, так как площадь отверстий пропорциональна квадрату диаметра и плотности перфорации в первой степени.

Также существует технология с использованием жидких горюче-окислительных составов, обладают важнейшими преимуществами, а именно, возможностью сплошного и достаточно протяженного интервала обработки скважины и, как следствие, получения существенно более продолжительного по времени импульса давления; получения непосредственно на месте применения реакционно-способных высокоэнергетических композиций из компонентов, которые в обычных условиях являются взрыво- и пожаробезопасными или малоопасными; оперативного регулирования соотношений между компонентами ГОС перед закачкой в скважину, что позволяет регулировать величину максимального давления в зоне обработки скважины. Продолжительность фазы положительного воздействия давления, создаваемого для разработанных составов, составляет 5–10 с, в зависимости от термобарических условий скважины и количества ГОС. В зоне горения горюче-окислительного состава температура поднимается до 1000 оС и более, а избыточное давление составляет 40–60 МПа, если существует достаточная связь скважины с пластом (например, через перфорационные каналы). При отсутствии такого соединения избыточное давление может достигать порядка 90–100 МПа, что приводит к необратимым деформациям и ухудшению колонны и цементного камня. Расчеты показывают, что для типичных пород, для нефтегазовых коллекторов, длина оставшихся трещин составляет 25–30 м, с остаточным отверстием 2–4 мм.

Литература:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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. 2. – С. 134–138.
5. 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.
6. Величко Е.И., Музыкантова 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. 052080.
7. Расчет диагностического параметра вибраций для оценки технического состояния подшипников скольжения ГТУ / М.А. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – № 6 (59). – С. 63–66.
8. 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.
9. Совершенствование элементов технологической оснастки обсадных колонн и опыт их применения при цементировании скважин / А.Е. Нижник [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 5. – С. 64–70.
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. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.
2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.
4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.
5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.
6. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.
7. Calculation of the diagnostic parameter of vibrations to assess the technical condition of the GTU sliding bearings / M.A. Abessolo [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2017. – № 6 (59). – P. 63–66.
8. Formation of a mathematical model of the vibration spectrum, reflecting the damage of rolling bearing elements of rotor units / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 6 (330). – P. 27–32.
9. Improvement of the elements of technological rigging of casing and experience of their use in cementing wells / A.E. Nizhnik [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2017. – № 5. – P. 64–70.
10. 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. – V. 1. – P. 301–304.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОЛОНН ГИБКИХ ТРУБ

EXPERIENCE IN THE USE OF FLEXIBLE PIPE COLUMNS

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

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

Аннотация. Рассмотрена история создания и область применения колтьюбинговых технологии в нефтегазовой отрасли. Описаны особенности создания машин и оборудования для эксплуатации безмуфтовых гибких труб.

Ключевые слова: колтьюбинг, ремонт скважин, эксплуатация, новые технологии.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@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 history of the creation and the scope of application of coltubing technologies in the oil and gas industry is considered. The features of creating machines and equipment for the operation of non-coupling flexible pipes are described.

Keywords: coltubing, well repair, operation, new technologies

Современное состояние нефтегазового комплекса России требует освоения новых площадей месторождений, что требует немалых затрат, а также вовлечения в эксплуатацию ранее разведанных с трудноизвлекаемыми запасами, которые до этого считались неперспективными.

Поэтому одной из основных целей нефтегазодобывающих компаний сегодня является более полное извлечение углеводородного сырья и снижение себестоимости этого процесса. Традиционные методы и технологии, позволяющие решать данную проблему, имеют пределы, и эти пределы уже достигнуты для большинства действующих месторождений России.

Идея использования колонны гибких труб (КГТ) для выполнения операций подземного ремонта скважин (ПРС) представляет собой принципиально новый подход к решению данной проблемы.

Колтюбинговая технология имеет ряд преимуществ над традиционными. При этом значительно снижается повреждение коллекторских свойств пласта и полностью устраняется вероятность прихвата бурового инструмента. Кроме того, упрощается состав бурового раствора (вода, пластовая нефть), что успешно исключает фильтрацию бурового раствора в пласт.

Также во время работ ведется точный навигационный контроль на основе данных, получаемых в реальном времени и исследование скважины в процессе ремонта.

Впервые о колтюбинге заговорили еще в 50-х годах. Н.В. Богдановым было предложено использовать колонны гибких труб для спуска в скважину электропогружного центробежного насоса. Однако практическая реализация этого предложения в сколько-нибудь широких промышленных масштабах в то время была нереальна.

Тогда же были разработаны и доведены до практического внедрения конструкции буровых установок с применением непрерывных колонн гибких труб – шлангокабелей.

Тем не менее, и у нас в стране, и за рубежом продолжали разрабатывать оборудование подобного класса. Уже первые пробные его варианты показали, что, несмотря на очевидную простоту самого принципа новой технологии проведения подземного ремонта, его реализация требует создания машин нового типа, ранее не существовавших и не имевших аналогов ни в одной отрасли машиностроения. Еще большую проблему представляла разработка технологии изготовления гибких труб, прочность и долговечность которых соответствовали бы условиям их эксплуатации.

Как и любое новое направление техники, оборудование с применением колонн гибких труб и технология их производства создавались не на пустом месте. К этому моменту уже существовали машины для спуска в скважину под давлением кабеля и труб. Были разработаны технологии производства электросварных труб. Но создание реально действующих машин и оборудования, рассматриваемых нами, даже на основе уже имеющихся конструкторских и технологических решений потребовало проведения огромного объема работ.

В настоящее время список используемых колтюбинговых технологий очень велик. Колтюбинг успешно применяется также и для удаления плотных пробок, образованных из песка, парафина, кристаллогидратов, а также цемента, используя технологию их разбухания, а также во многих других сферах.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Величко Е.И., Музыкантова 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. 052080.

7. Расчет диагностического параметра вибраций для оценки технического состояния подшипников скольжения ГТУ / М.А. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – № 6 (59). – С. 63–66.

8. 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.

9. Совершенствование элементов технологической оснастки обсадных колонн и опыт их применения при цементировании скважин / А.Е. Нижник [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 5. – С. 64–70.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

7. Calculation of the diagnostic parameter of vibrations to assess the technical condition of the GTU sliding bearings / M.A. Abessolo [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2017. – № 6 (59). – P. 63–66.

8. Formation of a mathematical model of the vibration spectrum, reflecting the damage of rolling bearing elements of rotor units / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 6 (330). – P. 27–32.

9. Improvement of the elements of technological rigging of casing and experience of their use in cementing wells / A.E. Nizhnik [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2017. – № 5. – P. 64–70.

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНВЕРТИРОВАННЫХ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**RELEVANCE OF THE USE OF CONVERTED AIRCRAFT ENGINES
IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Слепцов Александр Алексеевич

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

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность использования конвертированных авиационных двигателей в современной нефтегазовой промышленности. Также рассмотрены основные преимущества авиационных двигателей над остальными типами силовых установок газоперекачивающих агрегатов и изложена краткая история их развития.

Ключевые слова: эффективность конвертированных авиационных двигателей, газотурбинный двигатель, транспорт газа.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@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

Sleptsov Alexandr Alekseevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. This article examines the relevance of the use of converted aircraft engines in the modern oil and gas industry. The main advantages of aircraft engines over other types of power plants of gas-pumping units are also considered and a brief history of their development is presented.

Keywords: efficiency of converted aircraft engines, gas turbine engine, gas transport.

В первые вопросы о применении в авиастроении газотурбинных двигателей стал актуален, когда появились сложности с дальнейшим ростом скорости полета самолетов на поршневом двигателе из-за преобладания роста их веса и лобовой поверхности над увеличением мощности при попытке преодоления определенного порога. Первые предложения по созданию газотурбинных двигателей относятся к концу 18-го века, однако первый работающий двигатель в России был создан только в конце 90-х годов 19-го века. Изначально материально-техническая и научная база оставляла желать лучшего, поэтому активное развитие подобных двигателей стало возможным только после Великой Октябрьской революции. К середине 30-х годов 20-го века уже были опубликованы первые капитальные работы по теории газовых турбин, в которых были изложены основные положения теории реактивных двигателей. Советская авиационная промышленность совершила множество важных научных открытий, которые привели к созданию теоретической базы позволяющей создавать высококачественные авиационные двигатели, на много лет опередившие зарубежные образцы.

Создание нового типа двигателей послужило и нефтегазовой промышленности. Сегодня все чаще высокотехнологичные авиационные двигатели используются в качестве наземных газотурбинных установок. Первый конвертированный двигатель НК-12СТ был изготовлен в 1971 году. Опыт его эксплуатации в качестве привода газоперекачивающего агрегата стал основой для конвертации других авиационных двигателей. Любое новое использование двигателя типа ГТД принято определять как конвертирование авиационных газотурбинных двигателей, а сами эти двигатели называют конвертированными АГТД. Широкое применение данных двигателей в нефтегазовой промышленности объясняется рядом уникальных преимуществ:

- Сравнительно малые масса и габариты, высокая мобильность.
- Высокие показатели надежности и КПД.
- Низкие расходы на обслуживание и эксплуатацию, низкая стоимость двигателя и его доработки.
- Простота обслуживания и высокая ремонтпригодность.
- Работа двигателя на различных топливах и маслах.
- Высокая автоматизация систем управления и контроля.

Доля авиационного привода в общем балансе мощностей газотранспортной системы России превышает 33 %. Наиболее эффективным приводом для нагнетателей на компрессорных станциях, используемых в газотранспортной системе, является газотурбинный, его доля в газотранспортной системе России составляет 86,9 %. Поэтому развитие конвертированных авиационных двигателей является важной задачей сегодняшней нефтегазовой промышленности, так как доступность и экономический потенциал их использования являются неоспоримыми преимуществами над всеми другими силовыми установками.

Литература:

1. 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.
2. 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.
3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Моделирование технологических процессов транспорта газа в магистральных трубопроводах / П.С. Кунина [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2016. – № 5. – С. 30–33.

7. Величко Е.И., Музыкантова 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. 052080.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Modeling of technological processes of gas transportation in trunk pipelines / P.S. Kunina [et al.] // Territory Neftegaz. – 2016. – № 5. – P. 30–33.

7. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

**НЕИСПРАВНОСТИ ВЫЯВЛЯЕМЫЕ МЕТОДОМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГТД
ПО ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ**

**FAULTS DETECTED BY THE GAS TURBINE ENGINE DIAGNOSTICS METHOD
BY THERMOGASDYNAMIC PARAMETERS**

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Величко Евгений Иванович

кандидат технических наук,
доцент, зав. кафедрой «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»,
«Института нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Музыкантова Анна Викторовна

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
«Института нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Абдуллаев Марат Наильевич

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

Аннотация. Отказ – состояние системы, при котором она полностью теряет способность выполнять заданные функции или когда любой из основных параметров, характеризующих функционирование системы, выходит за рамки пределов, установленных техническими условиями.

Ключевые слова: диагностирование, неисправность (дефект), метод, надежность, параметры.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Velichko Yevgeny Ivanovich

Associate Professor, Department of equipment for oil and gas fields,
head of Department of equipment for oil and gas fields,
«Institute oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Muzykantova Anna Viktorovna

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields
«Institute oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Abdullaev Marat Nailevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. Failure is a state of the system in which it completely loses the ability to perform specified functions or when any of the main parameters that characterize the functioning of the system goes beyond the limits set by the technical conditions.

Keywords: diagnostics, malfunction (defect), method, reliability, parameters.

Сущность параметрического метода диагностирования заключается в том, что определяются отклонения измеренных значений параметров от их базовых значений. По величине отклонений делается заключение о правильности функционирования двигателя и его исправности. При достаточной номенклатуре измеряемых параметров можно осуществлять диагностирование с целью поиска неисправности (дефекта), т.е. указывать составную часть двигателя, имеющую дефект.

Диагностирование ГТД по газодинамическим параметрам является одним из эффективных методов оценки его технического состояния. Этим методом выявляется главный параметр – способность ГТД обеспечивать требуемую мощность или тягу.

В качестве диагностических регистрируемых параметров ГТД используют температуру газов за турбиной T^* , частоту вращения роторов высокого $n_{ВД}$ и низкого $n_{НД}$ давления, часовой расход топлива G_t , давление топлива перед форсунками P_f и температуру масла на входе в двигатель t_n . Кроме того, на входе в двигатель регистрируется полная температура и полное давление наружного воздуха.

Нерегистрируемые параметры ГТД – это параметры проточной части (камер сгорания, форсунок, состояние лопаток компрессора и турбины, коэффициент полезного действия и тяга двигателя, и т.д.).

Данный метод позволяет выявить только те неисправности, которые вызывают изменение отклонений термогазодинамических параметров и параметров системы смазки. Характерные выявляемые неисправности – это увеличение радиальных зазоров в лопаточных машинах, износ торцов лопаток компрессора, турбины, коробление лопаток компрессора, турбины и газоздушного тракта, изменение формы профилей лопаток компрессора и турбины, прогар, коробление камер сгорания и лопаток соплового аппарата, разрушение лабиринтных уплотнений.

Неисправности, не приводящие к изменению параметров рабочего процесса ГТД – трещины в элементах конструкции, неисправности опор роторов в начальной стадии и т.п., описываемым методом обнаружены быть не могут.

Особенностью применения метода диагностирования по термо- газодинамическим параметрам является то, что параметры двигателя связаны между собой соотношениями, вытекающими из теории ГТД.

Регистрация результатов измерений может осуществляться вручную или автоматически с помощью специальных устройств.

Для определения технического состояния необходимо знание базовых значений параметров, величины изменившихся параметров, показателей надежности отдельных элементов, причины появления неисправностей и т.д.

Таким образом, чтобы поддерживать требуемый уровень безопасности и надежности двигателя, проводится периодический контроль с целью выявления повреждений и определения текущего технического состояния. Однако это не решает проблему, когда повреждение уже произошло, и возникла необходимость в её устранении. Поэтому проводят разные виды диагностирования для выявления всех неисправностей, чтобы предотвратить тяжелую и дорогую поломку ГТД, прежде временно.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. Величко Е.И., Музыкантова 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. 052080.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ УСТАНОВОК
В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ**

**EXPERIENCE OF USING COMPRESSOR UNITS
IN THE KRASNODAR TERRITORY**

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Абдуллаев Марат Наильевич

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

Аннотация. Компрессорами называются машины, предназначенные для сжатия (компримирования) и перемещения газов.

Ключевые слова: компрессорная станция, давление, машина, транспортировка газа, процесс, сжатый газ.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Abdullaev Marat Nailevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. Compressors are machines designed to compress (compress) and move gases.

Keywords: compressor station, pressure, machine, gas transportation, process, compressed gas.

Н азначение компрессорной установки – получение сжатого воздуха или другого газа, необходимого для использования его энергии.

Установки повышения давления широко используются в различных сферах народного хозяйства. Они составляют основу технологического оборудования химического производства, используются при транспортировке природного газа, а также при добыче нефти и газа.

Стационарные компрессорные агрегаты широко используются на промышленных предприятиях, в основном для обслуживания заданных технологических процессов. Часто такие установки полностью автоматизированы и оснащены специальным оборудованием, информирующим оператора об изменении режима работы.

Анализируя деятельность предприятия ООО «Краснодарский компрессорный завод», который разрабатывает, делает и выпускает разные виды компрессоров, как:

– Азотные мембранные установки «АМУ», которые позволяют обеспечить безопасность технологических процессов путем создания инертной атмосферы на основе

азота. Эти установки гарантируют надёжную и бесперебойную поставку газообразного азота.

– Установки «АМУ» также применяются для тушения пожаров в замкнутых (закрытых) помещениях.

– Системы азотного пожаротушения могут использоваться для ликвидации пожаров и возгорания электрооборудования, находящегося под напряжением.

Преимущества установок «АМУ»:

- простота в эксплуатации;
- не требуется дозаправка;
- экологическая чистота;
- низкие эксплуатационные расходы;
- не наносится вред оборудованию и материалам;
- тушение пожара происходит по всему объёму;
- полная автоматизация.

Станция применяется в области добычи, переработки, транспортировки и сбыта нефтяных и газовых продуктов для создания инертной среды в резервуарах, во время разгрузочно-погрузочных работ, азотного пожаротушения, продувки и испытании трубопроводов, очистки технологических емкостей и других промышленностях

Блочно-модульные компрессорные станции предназначены для снабжения потребителя сжатым воздухом, азотом или другим газом и изготавливаются на базе морских контейнеров.

Преимущества блочно-модульных компрессорных станций:

1. Экономия затрат при строительстве станции. Станции поставляются в полной готовности к пуску, при этом не требуется строительство специального фундамента.

2. Полная заводская готовность.

3. Удобство транспортировки. Благодаря монтажу оборудования в стандартных железнодорожных контейнерах возможна транспортировка станций любым видом транспорта.

4. Простота и удобство технического обслуживания.

5. Возможность комплектации дополнительным оборудованием.

Для решения задач по компримированию природного или попутного нефтяного газа ООО «Краснодарский Компрессорный Завод» разработал и успешно производит газодожимающие компрессорные станции в блочно-модульном исполнении типа МКС.

МКС – предназначена для компримирования газа непосредственно на месте эксплуатации.

Работа станции полностью автоматизирована и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала. Высокий уровень систем автоматики и пожарной безопасности позволяют полностью автоматизировать рабочий процесс МКС, что позволяет значительно снизить риски вызванные «человеческим фактором».

Одним из приоритетных направлений деятельности ООО «Краснодарский Компрессорный Завод» является проектирование и производство поршневых газодожимающих компрессорных станций в блочно-модульном исполнении.

Преимущества МКС:

1) взрывобезопасное исполнение;

2) полностью автоматизирована;

3) не требует специального фундамента;

4) оснащена системами вентиляции, отопления, освещения, пожарной сигнализации.

В качестве элементов сжатия газа используются поршневые дожимающие компрессоры собственного производства по ТУ 3643-002-87956566-2008 и ТУ 3643-003-87956566-2008.

Винтовые компрессоры – это современные и экономичные установки для сжатия атмосферного воздуха.

10 основных преимуществ винтовых компрессорных установок:

1. Полная заводская готовность.
2. Большая мощность при низком энергопотреблении.
3. Прочная и компактная конструкция для долговременной эксплуатации.
4. Минимальная занимаемая площадь.
5. Тихая и плавная работа.
6. Самонастраивающийся ролик натяжителя.
7. Встроенный маслоотделитель.
8. 3 режима работы (полный/холостой/остановка), контроль выключения.
9. Автоматическая система управления и безопасности с дисплеем.
10. Корпус и обшивка с порошковой окраской.

Краснодарский компрессорный завод является производителем широкой номенклатуры поршневых компрессорных установок.

Благодаря системе автоматизации параметры всех узлов и систем нагнетателя находятся под постоянным контролем вычислительной техники, которая передаёт на экран оператора значения всех контролируемых параметров. Эта система также даёт возможность оператору управлять ГПА находясь на своём рабочем месте за ЭВМ.

Газоперекачивающие агрегаты с системой автоматизации являются более надёжным в работе и при контроле рабочих параметров решением для оснащения газоконпрессорных станций. Эта система облегчает работу обслуживающего персонала, помогает быстрее определить возникающие неисправности, а при необходимости может произвести аварийную остановку ГПА, что делает его работу значительно безопасней.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. 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. 052080.

7. 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.

8. Расчет диагностического параметра вибраций для оценки технического состояния подшипников скольжения ГТУ / М.А. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – № 6 (59). – С. 63–66.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Краснодар : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Краснодар : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Краснодар : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Краснодар : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

7. Radiation method of control / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Краснодар : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 301–304.

8. Calculation of the diagnostic parameter of vibrations to assess the technical condition of the GTU sliding bearings / M.A. Abessolo [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2017. – № 6 (59). – P. 63–66.

ПРИМЕНЕНИЕ АГРС В БЛОЧНОМ ИСПОЛНЕНИИ

APPLICATION OF AGDS IN MODULAR DESIGN

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Величко Евгений Иванович

кандидат технических наук,
доцент, зав. кафедрой «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»,
«Института нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
johnbottle@mail.ru

Музыкантова Анна Викторовна

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
«Института нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет

Абдуллаев Марат Наильевич

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

Аннотация. АГРС – это высокотехнологичное изделие, которое позволяет с наименьшими затратами и экономией времени на монтаж, предназначено для снижения высокого давления природного, попутного нефтяного газов до заданного низкого давления и поддержания его с необходимой точностью, а также для очистки, подогрева, измерения расхода газа и подачи населенным пунктам, промышленным предприятиям и другим потребителям.

Ключевые слова: станция, промышленность, блок, комплекс, нефтяной попутный газ.

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Velichko Yevgeny Ivanovich

Associate Professor, Department of equipment for oil and gas fields,
head of Department of equipment for oil and gas fields,
«Institute oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Muzykantova Anna Viktorovna

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields
«Institute oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Abdullaev Marat Nailevich

Student of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University

Annotation. AGDS is a high-tech product that allows, with the lowest costs and time savings for installation, designed to reduce the high pressure of natural, associated petroleum gases to a given low pressure and maintain it with the required accuracy, as well as for cleaning, heating, measuring gas flow and supply settlements, industrial enterprises and other consumers.

Keywords: station, industry, block, complex, associated petroleum gas.

Автоматическая газораспределительная станция (АГРС) представляет собой готовый комплект оборудования для снабжения газом бытовых и промышленных потребителей. Блочное исполнение АГРС снижает расходы заказчиков на возведение отдельных зданий, а полная автоматизация работы станции сводит к минимуму расходы на эксплуатацию. Благодаря блочному строению, можно изготавливать разные типы этих станций, изменяя в них разные типы оборудования и размеры.

АГРС представляет собой комплекс технологического оборудования, обеспечивающий выполнение следующих основных функций:

- очистку газа от механических примесей и капельной влаги;
- автоматический, дистанционный или ручной сброс продуктов очистки в сборный резервуар;
- очистку, редуцирование и учет расхода газа, подаваемого на собственные нужды;
- защиту потребителя от превышения выходного давления при помощи предохранительно-сбросных клапанов;
- кратковременную подачу газа потребителям по обводной линии станции;
- подготовку импульсного газа для кранов с пневмоприводом;
- подогрев газа для исключения образования кристаллогидратов и обмерзания оборудования;
- автоматическое регулирование подачи теплоносителя для подогрева газа в зависимости от температуры газа на выходе;
- снижение и поддержание на заданном уровне давления газа, подаваемого потребителю;
- автоматический, дистанционный или ручной сброс газа со станции в случае аварии;
- измерение количества газа подаваемого потребителю;
- автоматическое управление режимами работы технологического оборудования;
- выдачу аварийных сигналов оператору при нарушениях режимов работы.

Автоматизированные газораспределительные станции АГРС ЭКФО производства ООО ПКФ «Экс-Форма», прошли приемочные испытания на полигоне ИЛ «Саратоворгдиагностика» ОАО «Оргэнергогаз».

АГРС ЭКФО изготавливаются для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и умеренно-холодным климатом, а также в районах с холодным климатом. Климатическое исполнение АГРС ЭКФО выбирают в зависимости от района строительства в соответствии с ГОСТ 15150-69. АГРС ЭКФО стандартного исполнения могут эксплуатироваться в районах с сейсмичностью до 8 баллов включительно по СНиП П-7-81*, в специальном исполнении – до 9 баллов по СНиП П-7-81*.

Технологическая схема АГРС ЭКФО выполнена со 100 % резервированием основного технологического оборудования и оснащена запорной арматурой с возможностью дистанционного или автоматического управления технологическим процессом.

АГРС представляет собой изделие моноблочного исполнения или состоящее из нескольких блоков или узлов заводской готовности. Блочное исполнение АГРС включает в себя :

- блок-бокс переключения, блок-бокс технологический с узлом очистки, редуцирования и подогрева;

- блок-бокс измерения расхода газа;
- блок-бокс подготовки теплоносителя;
- блок-бокс КИПиА, одоризатор газа, емкости сбора конденсата, хранения одоранта (подземного или надземного исполнения).

Тип расходомера и место размещения узла измерения расхода газа, как правило, уточняется на стадии проектных работ или при заказе станции.

Количество блоков и тип здания (габаритные размеры) определяется пропускной способностью АГРС.

Блок-боксы АГРС представляют собой изделие высокой заводской готовности, предусматривающие ускоренный монтаж и проведение пусконаладочных работ на месте. Внутренняя компоновка блок-боксов обеспечивает беспрепятственный доступ ко всем узлам и деталям блока для обеспечения возможности проведения ревизии или ремонтных работ.

Блочные-комплексные ГРС позволяют сильно сократить затраты и сроки на строительство. Размеры блок-боксов АГРС обеспечивают их транспортировку к месту монтажа автомобильным, железнодорожным и водным транспортом без ограничения расстояния. Так же легки в производстве и обслуживании, так как может быть автоматизирована.

Литература:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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. 2. – С. 134–138.

5. 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.

6. 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. 052080.

7. Расчет диагностического параметра вибраций для оценки технического состояния подшипников скольжения ГТУ / М.А. Абессоло [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2017. – № 6 (59). – С. 63–66.

Literature:

1. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. The role of parametric diagnostics in the general system of determining the current technical condition of gas compressor units // Problems of

geology, development and operation of fields and transport of hard-to-recover hydrocarbon reserves : Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference (with international participation). – 2021. – P. 238–241.

2. Inozemtsev D.A., Stepanov M.S., Kolesnik I.A. Technical diagnostics as a tool to determine the current state of gas and oil transportation systems // Referatotech: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 145–147.

3. Analysis of methods of GPA diagnosis by thermogasdynamic parameters / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 152–155.

4. Stepanov M.S., Inozemtsev D.A. Factors affecting the operational reliability of oil and gas pipelines // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V.2.– P. 134–138.

5. Principles of construction and structure of diagnostic maintenance system of gas-pumping units / D.A. Inozemtsev [et al.] // Referatotech : Proceedings of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 148–151.

6. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. The Possibility of a Consolidated Analysis of the Serviceability of Rolling Supports for Rotary Machines // IOP Conference Series : Earth and Environmental Science. International Science and Technology Conference «EarthScience». – 2020. – P. 052080.

7. Calculation of the diagnostic parameter of vibrations to assess the technical condition of the GTU sliding bearings / M.A. Abessolo [et al.] // Exposition Oil Gas. – 2017. – № 6 (59). – P. 63–66.

**ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
РЕЗЕРВУАРОВ ТИПА РВС**

PROBLEMS OF ENSURING SAFE OPERATION OF RVS TYPE TANKS

Каграманова Александра Александровна

старший преподаватель кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
kaa_200110@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Штефанец Анастасия Витальевна

студентка 3 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
miss.shtefanets@mail.ru

Крашенинников Владислав Денисович

студент кафедры «Теплоэнергетики и теплотехники»
института «Нефти, газа и энергетики»
vladhh77777@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются распространённые причины возникновения аварий при эксплуатации резервуаров типа РВС, а также возможные варианты их устранения и методики обследования. Эти знания могут помочь не допустить аварийных ситуаций и исключить их возможное появление ещё на стадии проектирования.

Ключевые слова: безопасность, нефть, нефтепродукты, пожароопасность, взрывоопасность.

Kagramanova Alexandra Alexandrovna

Senior Lecturer of the Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
kaa_200110@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Shtefanets Anastasia Vitalievna

3rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
miss.shtefanets@gmail.com

Krashennnikov Vladislav Denisovich

Student of the Department of Heat Power Engineering and Heat Engineering,
Institute of Oil, Gas and Energy
vladhh77777@mail.ru

Annotation. The article discusses the common causes of accidents during the exploitation of tanks of the RVS type, as well as possible options for their elimination and survey methods.

This knowledge can help prevent emergency situations and exclude their possible occurrence even at the design stage.

Keywords: safety, petroleum, petroleum products, fire hazard, explosion hazard.

Резервуары для хранения нефти, нефтепродуктов, сжатых и сжиженных газов относятся к объектам повышенной опасности. Это объясняется взрыво- и пожароопасными, а в ряде случаев и токсичными свойствами продуктов, хранимых в резервуарах, которые в случае их аварии могут привести к разрушению многих смежных хранилищ и других объектов, вызвать пожары, загрязнение и заражение местности, сопровождающиеся человеческими жертвами и огромными материальными потерями.

Достаточно указать на примеры нескольких аварий резервуаров в прошедшем десятилетии.

Так, при разрушении одного резервуара на юге России вместимостью 20000 м³ мазут попал в реку. Это привело к затруднениям в водоснабжении многих городов и населенных пунктов. Значительный ущерб был нанесен рыбному хозяйству и рисовым полям.

Анализ статистики разрушений резервуарных конструкций показал, что наибольшее число (около 40 %) аварий происходит в первые пять лет с начала эксплуатации нефтехранилищ. На период эксплуатации от пяти до двенадцати лет приходится не более 25 % аварий. После истечения нормативного двадцатилетнего срока эксплуатации число разрушений начинает увеличиваться.

К наиболее частым причинам аварий можно отнести следующие:

1. Брак, допущенный при сварке на монтаже.
2. Брак, допущенный при заводской сварке.
3. Использование в стенке и днище резервуаров листов из стали, марка которой не соответствует проекту (обычно такие листы не имеют маркировки) или листов, толщина которых меньше проектной.
4. Неравномерная осадка фундаментов резервуаров и подводящих трубопроводов.
5. Наличие в зоне вертикального сварного шва дефектов типа «угловатость».
6. Уменьшение толщины стенки, днища вследствие коррозии.

Целью проведения обследования резервуаров, диагностирования их состояния всегда является повышение надежности их эксплуатации. Характер обследования может быть разным:

1. При массовом обследовании резервуарных парков достаточен внешний осмотр, ознакомление с документацией, предварительное определение общего технического состояния конструкций.

2. Для резервуаров, находящихся в долгой эксплуатации или имеющих видимые дефекты, необходимо техническое обследование конструкций по выверенной опытным методике с выявлением коррозионного состояния элементов, нарушений геометрической формы конструкций и фундаментов, наличия трещин и других дефектов в металле и сварных соединениях, с проведением расчетов на прочность, устойчивость, долговечность и с составлением в итоге рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, ремонту, о сроках и периодичности контроля.

3. Для особо ответственных сооружений требуется исследование технического состояния резервуарных конструкций с использованием сложных средств диагностики, проведением теоретических расчетов, специальными испытаниями и т.п.

Первая форма обследования является наиболее широкой и относительно простой; она обычно проводится с целью сбора и накопления общей информации.

Вторая форма обследования в повседневной практике является наиболее приемлемой. Поэтому особенно важна такая отработка методики выполнения этих работ, чтобы при сравнительно малых затратах труда обеспечивалось получение достаточной информации для составления рекомендаций по дальнейшей эксплуатации резервуара или о необходимости прекращения его эксплуатации и ремонте.

Комплексное обследование резервуаров предусматривает : изучение технической документации; внешний осмотр всех конструкций резервуаров и трубопроводов; измерение толщин конструкций резервуаров и трубопроводов; при необходимости механические испытания, химический анализ и металлографические исследования металла и сварных соединений неразрушающими методами; измерение и определение геометрической формы стенки и окроек днища; проверка размера и состояния зазоров и уплотнений между понтоном или плавающей крышей и стенками резервуаров; проверка состояния основания и отмостки; проведение поверочных расчетов конструкций резервуаров; анализ результатов обследования; составление заключения и рекомендаций по их дальнейшей эксплуатации или ремонту.

Особое внимание уделяется выявлению соответствия металла требованиям проекта, состояния основного металла и сварных соединений.

Оценка технического состояния резервуаров производится по всем результатам обследования и расчетов, а также путем обобщения данных по эксплуатации резервуаров.

Третья форма обследований требует применения более дорогих и трудоемких работ для всестороннего исследования технологического состояния конструкций. Она оправдана для особо ответственных крупных нефтерезервуаров с целью предотвращения их разрушения.

Для диагностирования состояния резервуаров без их вывода из эксплуатации наиболее эффективно может быть использован метод акустической эмиссии (АЭ), основанный на регистрации упругих колебаний, излучаемых при образовании и развитии дефектов в днище и стенках резервуара. Причём для контроля состояния днища и стенок резервуара используются разные АЭ технологии.

К наиболее уязвимым участкам корпуса резервуара, повреждение которых может привести к серьезным авариям относятся:

1. Зона уторного узла (узел сопряжения стенки и днища).
2. Участки днища на расстоянии 0,5...1,2 м от уторного шва, а также сварные швы между крайками и центральной частью днища и прилегающие к ним участки (
3. Зоны врезок
4. Вертикальные сварные монтажные швы, особенно в нижних поясах.
5. Перекрестья вертикальных и горизонтальных сварных швов в двух нижних поясах
6. Верхние пояса в зоне переменного смачивания.
7. Узел крепления несущих балок стационарного покрытия к вертикальной цилиндрической стенке.

После обследования резервуара решается вопрос о его ремонте.

Ремонт резервуаров может быть :

- упрощенным, когда работы выполняют без освобождения резервуара от продукта (ремонт кровли и верхних поясов с применением эпоксидных клеев, ремонт наружного оборудования, отмостки основания и т.п.);
- средним, связанным с освобождением, зачисткой и дегазацией резервуара (установка накладок, ремонт трещин и швов, ремонт или замена оборудования);
- капитальным (частичная или полная замена дефектных частей или элементов резервуара, замена и ремонт оборудования).

Особую ценность представляют технологические карты, обеспечивающие однозначные технические решения для ремонта типовых нарушений конструкций. Каждая технологическая карта содержит описание характерных дефектов и методов их исправления.

Очевидно, что наибольший интерес для рассмотрения должны вызывать именно такие уникальные случаи. В частности, одним из примеров нетривиального решения можно назвать возможность совмещения ремонта резервуара с улучшением его эксплуатационных характеристик путем замены нижних и подведения новых поясов в стенке, увеличивая при этом высоту и общий полезный объем резервуара, проведение сварочных работ для ликвидации трещины в корпусе при заполненном нефтью резервуаре с

обеспечением взрыво- и пожаробезопасности, замена стационарного покрытия плавающей крышей и другие вопросы.

После окончания ремонтных работ, все новые сварные швы подвергают 100 % контролю рентгеновским методом. Контроль внешним осмотром с применением лупы 4–7 кратного увеличения и измерениям геометрических размеров подвергают все сварные швы и прилегающие к ним зоны основного металла.

При полном обследовании РВС при контроле сварных соединений днища, окраек и шва для обнаружения сквозных дефектов применять вакуум-метод. Однако вакуумметрического метода часто оказывается недостаточно. Известны случаи, когда после вакуумконтроля и приемки отремонтированного днища появлялись течи при гидроиспытаниях. Поэтому рекомендуется обязательное использование электромагнитных приборов при окончательной дефектоскопии отремонтированных швов.

Необходимо отметить и такую сторону вопроса, как важность анализа большого опыта работ по обследованию, ремонту, послеремонтных испытаний резервуаров для выявления действительной работы всех элементов и конструкций резервуаров в целом, для совершенствования конструктивных решений, методов расчета, требований к эксплуатации резервуаров.

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 конференции. – 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.

11. 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.

References :

1. Arushanyan R.R., Kocharyan E.V. Investigation of thermal conductivity of a heat pipe // Collection of the best scientific papers of young scientists of 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 resistance coefficient of diffusion of oil-bearing soils on the principles of porous body statistics of percolation theory // Science. New generation. Success. Materials of International Scientific and Practical Conference; FSBEI 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 // Science. New generation. Success. Materials of 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 // 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 // Present-day Problems of Thermophysics and Power Engineering: Conference Proceedings. – 2020. – P. 413–415.

6. Andreyko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. Utilization of solar systems in heat supply of objects of Krasnodar Region // Referatotech: Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 12–15.

7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Reduction of harmful emissions into the atmosphere during combustion of liquid fuels // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 16–19.

8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems of air-cooled devices // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 20–23.

9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Baljunist O.S. Analysis of ecological state of atmosphere during exploitation of gas-transport objects // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 24–26.

10. Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Application of heat pipes at compressor stations // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 27–29.

11. Kolesnikov B. P., Arushanyan R. R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Present-day Problems of Thermophysics and Power Engineering : Proceedings of III International Conference. – М., 2020. – P. 413–415.

ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ

CAUSES OF DESTROYING OIL RESERVOIRS

Каграманова Александра Александровна

старший преподаватель кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
kaa_200110@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Штефанец Анастасия Витальевна

Студентка 3 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
miss.shtefanets@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные причины возникновения разрушений резервуаров для хранения нефтепродуктов и методы их предотвращения. Надежная работа резервуарных парков крайне важна, так как от них зависит нормальная безаварийная эксплуатация объектов комплекса народного хозяйства и полная промышленно-экономическая и экологическая безопасность.

Ключевые слова: резервуары, резервуарные парки, нефть, хранение нефти, нефтеперерабатывающая промышленность.

Kagramanova Alexandra Alexandrovna

Senior Lecturer of the Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
kaa_200110@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Shtefanets Anastasia Vitalievna

3rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
miss.shtefanets@gmail.com

Annotation. This article discusses the main causes of the destruction of storage reservoirs for petroleum products and methods for their prevention. Reliable operation of tank farms is extremely important, since normal trouble-free operation of facilities of the national economy complex and complete industrial, economic and environmental safety depend on them.

Keywords: reservoirs, reservoir farms, petroleum, petroleum farms storage, petroleum refining industry.

В настоящее время резервуары вертикальные стальные (РВС) и резервуарные парки предприятий нефтяной нефтеперерабатывающей промышленности и предприятий нефте- и нефтепродуктообеспечения являются их главным технологиче-

ским объектом. От надежной работы резервуаров и резервуарных парков зависит не только нормальная и безаварийная эксплуатация объектов комплекса народного хозяйства, но и полная его промышленно-экономическая и экологическая безопасность.

Резервуары относятся к промышленным конструкциям, работающим в сложном напряженно-деформированном состоянии. Напряженно-деформированное состояние резервуаров является следствием как действия эксплуатационных нагрузок, так и неравномерной осадки основания резервуаров по площади и по периметру. Безаварийность их зависит не только от вышеперечисленных факторов, но и от всевозможных дефектов, которые могут быть скрытыми (неправильный выбор материала, не соответствующие проектные решения, дефекты стальных листов при их изготовлении, дефекты сварных швов и т.п.), а также открытыми (некоторые отклонения при монтаже от допусков, отклонения стенки от вертикали, хлопуну днища и т.п.).

Аварии крупногабаритных резервуаров, сопровождающихся их разрушением относятся к категории тяжелых аварий промышленных объектов, приводящих к большим материальным затратам, серьезным экологическим последствиям, часто и к человеческим жертвам.

Аналізу причин аварий резервуаров посвящен ряд работ отечественных и зарубежных исследователей [1–7; 17]. Информация о причинах возникновения и последствиях аварий немногочисленна, поскольку фирмы-владельцы разрушенных резервуаров, не заинтересованы в распространении достоверной информации об истинных причинах разрушения резервуаров.

Рассмотрим некоторые случаи полного и частичного разрушения резервуаров, происшедших за последние 50 лет.

В январе 1950 г. на нефтебазе Урало-Сибирского нефтепроводного управления произошло полное разрушение резервуара вместимостью 4600 м³, построенного в 1945 г. по типовому проекту.

Монтаж резервуара был выполнен полистовым способом из кипящей стали с применением электродов с меловой обмазкой. Разрушение резервуара произошло при температуре окружающего воздуха –23 °С. Разрушение было почти мгновенным.

Причинами разрушения резервуара явились склонность кипящей стали при низкой температуре к хрупкому разрушению; наличие дефекта сварки (подрезы) и заводского брака (трещина); большое гидростатическое давление нефтепродукта.

Аналогичные случаи разрушения резервуаров наблюдались на нефтебазах г. Бердска (РВС-700), г. Воронежа (РВС-5000) и г. Харькова (РВС-700). Все эти резервуары потерпели аварию – вследствие хрупкого разрушения кипящей стали СтЗ_{кл}.

30 мая 1969 г., на нефтеперекачивающей станции «Камыш-Бурун» Озек-Суатского РНУ произошло повреждение группы резервуаров типа РВС-5000

Причиной аварии является нарушение технологического режима перекачки Нефтекумским ГПЗ, в результате сильно загазованная нефть под давлением 1,2 МПа поступала в резервуары НПС «Камыш-Бурун», и при дальнейшей дегазации в резервуарах создавалось избыточное давление в газовом пространстве.

Последствия некоторых аварий были исключительно тяжелыми, сопровождающиеся гибелью людей.

Приведенный выше анализ случаев разрушения резервуаров позволяет сделать выводы:

1. Наличие неравномерного оседания оснований резервуаров в сочетании с дефектами монтажа в виде непровара, вмятин и хлопуну в стенке, свищами в сварных соединениях являются основной причиной разрушения резервуаров.

2. Разрушение резервуаров может возникнуть из-за нарушения технологических процессов наполнения и опорожнения резервуаров.

3. Причиной разрушения может быть низкая температура, которая в сочетании с другими неблагоприятными факторами может вызвать аварию.

4. В некоторых случаях крупные аварии могут быть следствием природных стихийных бедствий.

Необходимо отметить, что обычно аварии обусловлены комплексом причин, одной из которых является неравномерная осадка отдельных участков основания.

Приведем классификацию дефектов РВС в зависимости от стадии их возникновения и развития.

1. Дефекты, образовавшиеся при изготовлении металлопроката (металлургические).

2. Дефекты, появившиеся при изготовлении рулонных заготовок (заводские).

3. Дефекты, образующиеся в процессе транспортирования рулонных заготовок (транспортные).

4. Дефекты, появившиеся в процессе монтажа резервуара (монтажные).

4.1. Дефекты подготовки основания и монтажа.

4.2. Дефекты сварки.

5. Дефекты, появившиеся в процессе эксплуатации (эксплуатационные).

5.1. Нарушение геометрической формы конструктивных элементов РВС.

5.2. Коррозионные повреждения.

Предложенная классификация дефектов позволит разработать классификацию способов их ремонта.

Рассмотрим техническое обследование и диагностирование резервуаров с целью выявления характерных дефектов их конструкций.

Резервуары, находящиеся в длительном эксплуатации (более 20 лет), подлежат обязательному техническому обследованию и дефектоскопии для определения их фактического технического.

Оценка надежности резервуара должна выполняться по установленным параметрам конструкции, которые определяются проектно-технической документацией с пределами, установленными СНиП.

Полное техническое диагностирование резервуаров, находящихся в эксплуатации более 20 лет, предусматривает выполнение в полном объеме следующих работ:

– анализ эксплуатационно-технологической документации на обследуемый резервуар, сбор информации о работе резервуара, ремонтных работах, геодезических обследованиях;

– внешний осмотр резервуара с внутренней и наружной стороны;

– измерение фактической толщины листов;

– контроль сварных швов неразрушающими методами контроля;

– металлографическое исследование в случаях;

– механические испытания металла и сварных соединений;

– химический анализ металла резервуара;

– измерение зазоров между понтоном и стенкой резервуара;

– измерение отклонений стенки резервуара от вертикали;

– нивелирование окрайки днища для определения неравномерной осадки основания;

– нивелирование площади днища с целью определения «хлопунов»;

– проверку состояния основания и отмостки;

– разработку общего заключения о состоянии резервуара.

Осадки оснований резервуаров проверяют оптическими нивелирами типа НГ, НВ, НС, Н1, и Н2 с плоскопараллельной пластинкой и контактном уровнем, самоустанавливающимся нивелиром типа KONJ-007 «К. Цейсс», а также шланговым нивелиром типа НШТ-1 с точностью отсчета 0,2 мм.

Предлагается новая методика контроля днищ резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, позволяющая снизить трудоемкость сплошной дефектоскопии днища и повысить достоверность поиска негерметичности.

Классификация видов ремонта резервуаров

Методы и технология ремонта резервуаров, находящихся в длительной эксплуатации (более 20 лет) можно свести к следующим укрупненным группам:

1. Исправление геометрической формы днища резервуара.
2. Ремонт днища резервуара.
3. Ремонт стенки резервуара.
4. Ремонт кровли резервуара.
5. Ремонт понтонов резервуаров.
6. Прочие ремонтные работы.

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 // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы Международной научно-практической конференции; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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 конференции. – 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.

11. 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.

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.

13. 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.

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. 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; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 164–169.

Literature:

1. Arushanyan R.R., Kocharyan E.V. Investigation of thermal conductivity of a heat pipe // Collection of the best scientific papers of young scientists of 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 resistance coefficient of diffusion of oil-bearing soils on the principles of porous body statistics of percolation theory // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 77–81.

3. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Prediction of the effective thermal conductivity of oil-bearing soils // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI 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 // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 144–146.

5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering : Conference Proceedings. – 2020. – P. 413–415.

6. Andreyko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. Use of solar systems in heat supply of objects of Krasnodar region // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 12–15.

7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Reduction of harmful emissions into the atmosphere during combustion of liquid fuels // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 16–19.

8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems of air-cooled devices // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 20–23.

9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Baljunist O.S. Analysis of ecological state of atmosphere during exploitation of gas-transport objects // Referatotech : Materials of International Sci-

entific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 24–26.

10. Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Application of heat pipes at compressor stations // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 27–29.

11. Kolesnikov B. P., Arushanyan R. R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Energy: Proceedings of III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.

12. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanuchenko [et al.] // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.

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

14. 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.

15. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well products and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 164–169.

ОПИСАНИЕ КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

DESCRIPTION OF THE COMPRESSOR STATION

Каграманова Александра Александровна

старший преподаватель кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
kaa_200110@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Штефанец Анастасия Витальевна

Студентка 3 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
miss.shtefanets@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные определения компрессионной станции, её виды и схемы.

Ключевые слова: компрессор, компрессионные станции, газ, транспортировка газа.

Kagramanova Alexandra Alexandrovna

Senior Lecturer of the Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
kaa_200110@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Shtefanets Anastasia Vitalievna

3rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
miss.shtefanets@gmail.com

Annotation. The article discusses the main definitions of a compression station, its types and schemes.

Keywords: compressor, compression stations, gas, gas transportation.

При транспортировке газа по магистральным газопроводам через определенные промежутки (140–160 км) размещаются компрессорные станции (КС), которые компримируют транспортируемый газ и тем самым восполняют гидравлические потери давления газа на участках между ними, что позволяет поддерживать максимальную производительность в целом. Компрессорные станции (КС) оснащаются газоперекачивающими агрегатами и необходимым вспомогательным оборудованием.

Компрессорная станция – неотъемлемая и составная часть магистрального газопровода, обеспечивающая транспорт газа с помощью энергетического оборудования, установленного на КС. Она служит управляющим элементом в комплексе сооружений, входящих в магистральный газопровод. Именно параметрами работы КС определяется

режим работы газопровода. Наличие КС позволяет регулировать режим работы газопровода при колебаниях потребления газа, максимально используя при этом аккумулирующую способность газопровода.

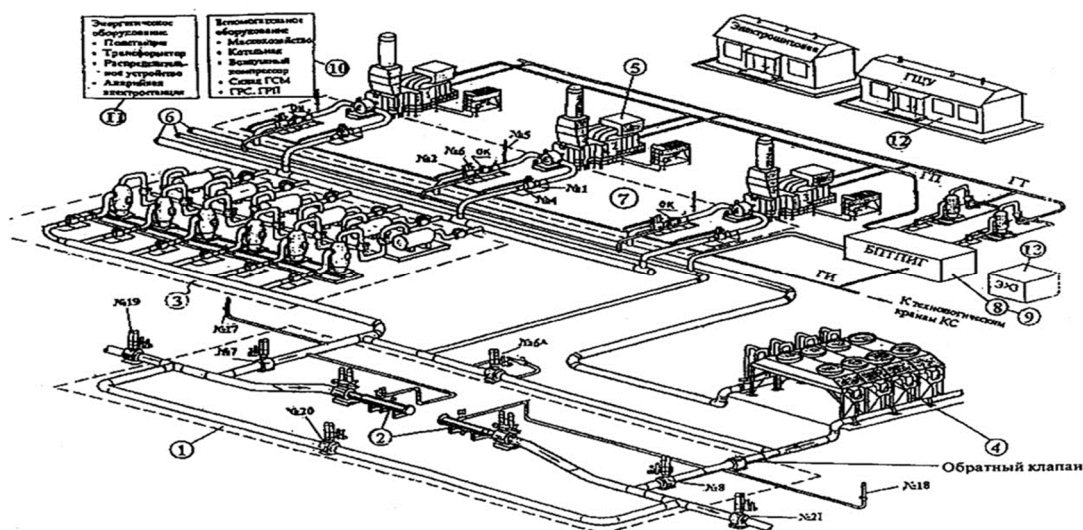


Рисунок 1 – Принципиальная схема компоновки основного оборудования компрессорной станции

На рисунке 1 показана принципиальная схема компоновки основного оборудования компрессорной станции, состоящей из 3 ГПА. В соответствии с этим рисунком в состав основного оборудования входит:

- 1 – узел подключения КС к магистральному газопроводу;
- 2 – камеры запуска и приема очистного устройства магистрального газопровода;
- 3 – установка очистки технологического газа, состоящая из пылеуловителей и фильтр-сепараторов;
- 4 – установка охлаждения технологического газа;
- 5 – газоперекачивающие агрегаты;
- 6 – технологические трубопроводы обвязки компрессорной станции;
- 7 – запорная арматура технологических трубопроводов обвязки агрегатов;
- 8 – установка подготовки пускового и топливного газа;
- 9 – установка подготовки импульсного газа;
- 10 – различное вспомогательное оборудование;
- 11 – энергетическое оборудование;
- 12 – главный щит управления и система телемеханики;
- 13 – оборудование электрохимической защиты трубопроводов обвязки КС.

При движении газа по трубопроводу происходит потеря давления из-за разного гидравлического сопротивления по длине газопровода. Падение давления вызывает снижение пропускной способности газопровода. Одновременно понижается температура транспортируемого газа, главным образом, из-за передачи теплоты от газа через стенку трубопровода в почву и атмосферу.

Для поддержания заданного расхода транспортируемого газа путем повышения давления через определенные расстояния вдоль трассы газопровода и устанавливаются компрессорные станции.

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 // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы Международной научно-практической конференции; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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 конференции. – 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.
11. 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.
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; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 164–169.
13. 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.
14. 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.
15. 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. Arushanyan R.R., Kocharyan E.V. Investigation of thermal conductivity of a heat pipe // Collection of the best scientific papers of young scientists of 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 resistance coefficient of diffusion of oil-bearing soils on the principles of porous body statistics of percolation theory // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 77–81.
3. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Prediction of the effective thermal conductivity of oil-bearing soils // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI 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 // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 144–146.
5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering : Conference Proceedings. – 2020. – P. 413–415.
6. Andreyko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. Use of solar systems in heat supply of objects of Krasnodar region // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 12–15.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Reduction of harmful emissions into the atmosphere during combustion of liquid fuels // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 16–19.
8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems of air-cooled devices // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 20–23.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Baljunist O.S. Analysis of ecological state of atmosphere during exploitation of gas-transport objects // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 24–26.
10. Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Application of heat pipes at compressor stations // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 27–29.
11. Kolesnikov B. P., Arushanyan R. R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Energy: Proceedings of III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
12. Analysis of the technical state of the apparatuses for the collection and preparation of well products and evaluation of the possibility of extending their service life in the Krasnodar Territory / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 164–169.
13. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanuchenko [et al.] // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.
14. 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. – V. 2. – P. 169–172.
15. 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.

ПАРАМЕТРЫ ТУРБИНЫ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

TURBINE PARAMETERS AND THEIR MEASUREMENT

Каграманова Александра Александровна

старший преподаватель кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
kaa_200110@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Штефанец Анастасия Витальевна

Студентка 3 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
miss.shtefanets@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные параметры, важные для турбины, на примере газоперекачивающего агрегата ГТК-10-4. Приведены основные параметры, от которых зависит режим работы агрегата, и способы их измерения.

Ключевые слова: турбины, измерения, параметры, измерительные приборы.

Kagramanova Alexandra Alexandrovna

Senior Lecturer of the Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
kaa_200110@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Shtefanets Anastasia Vitalievna

3rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
miss.shtefanets@gmail.com

Annotation. The article discusses the main parameters that are important for a turbine using the example of the GTK-10-4 gas-pumping unit. The main parameters on which the operating mode of the unit depends and the methods of their measurement are given.

Keywords: turbines, measurements, parameters, measuring instruments.

Н а газоперекачивающем агрегате ГТК-10-4 предусмотрено измерение большого числа параметров : температуры, давления, разности давлений, оборотов, уровня. Основная часть параметров измеряется дистанционно с помощью преобразования текущего значения в аналоговый электрический сигнал, который передается на измерительный прибор, установленный на главном щите управления компрессорным цехом. Из числа дистанционно измеряемых выделяется семь наиболее важных параметров, определяющих режим агрегата:

- температура продуктов сгорания перед ТВД и за ТНД;
- частоты вращения валов ТВД и ТНД;

- давление газа до и после нагнетателя;
- давление воздуха после компрессора;
- перепад давления «масло-газ» в системе уплотнения нагнетателя.

Для измерения этих параметров на устройстве представления информации установки централизованного контроля и управления А-705-15-03 имеются индивидуальные показывающие и регистрирующие приборы. Измерение остальных параметров в установке А-705-15-03 осуществляется преобразованием всех дистанционно измеряемых параметров в аналоговый сигнал с представлением на много шкальном приборе по вызову.

Часть параметров, текущие значения которых изредка могут заинтересовать оператора при нормальной эксплуатации агрегата, измеряются приборами, установленными в машзале вблизи агрегата. Обычно эти приборы одновременно выполняют роль датчиков в цепях управления и защиты, преобразуя измеряемый параметр в дискретный электрический сигнал.

Таблица 1 – Контролируемые параметры

Контролируемый параметр	Номинальное значение	Единица измерения	Применяемые СИ, их метрологические характеристики	Измерительные приборы
1	2	3	4	5
Температура подшипника турбодетандера	70 ± 10	°С	ТТ (0–100) ц.д.=1°	
Температура подшипников ОК, ТВД, ТНД, нагнетателя	70 ± 10	°С	ТСМ-50М ГОСТ 6651-84 кл.д. В (0–100) БН кл.т. 0,5 (0–100)	А-511 кл.т. 0,5 (0–100)
Температура воздуха перед регенераторами	150 ± 10	°С	ТХА-68 ГОСТ 6616-89 кл.д. В (0–100) БН кл.т. 0,5 (0–400)	А-511 кл.т. 0,5 (0–100)
Температура воздуха в трубопроводах после регенераторов № 1, 2	360 ± 10	°С	ТХА-68 ГОСТ 6616-89 кл.д. С (0–1100) БН кл.т. 0,5 (0–400)	А-511 кл.т. 0,5 (0–400)
Температура продуктов сгорания в трубопроводах после ТНД к регенераторам № 1, 2	480 ± 10	°С	ТХА-68 ГОСТ 6616-89 кл.т.В (0–1100) БН кл.т. 0,5 (0–600)	А-511 кл.т. 0,5 (0–400)
Температура масла в трубопроводе перед маслоохладителем	60 ± 5	°С	ТСМ-50М кл.д. С ГОСТ 6651-84 (0–100) БН кл.т. 0,5 (0–100)	А-511 кл.т. 0,5 (–50–100)
Температура масла в трубопроводе после маслоохладителя	50 ± 5	°С	ТСМ-50М кл.д. С ГОСТ 6651–84 (0–100) БН кл.т. 0,5 (0–100)	А-511 кл.т. 0,5 (0–100)
Осевые сдвиги ОУП, ТНД, ТВД, нагнетателя	$1,5 \pm 0,5$ $0,15 \pm 0,05$	кгс/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷10) (0÷1,0)	А-511 кл.т. 0,5 (0–100)
Скорость вращения роторов	4800 ± 200	об/мин	Тахометр 435.155.009 кл.т. 1,0 (0–600) «Турбина» кл.т. (0–600)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)
Давление газа после кр № 12	15 ± 1 $1,5 \pm 0,1$	кгс/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷25) (0÷2,5)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)
Давление газа на турбодетандере после кр № 11	15 ± 1 $1,5 \pm 0,1$	кгс/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷25) (0÷2,5)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)
Давление воздуха перед камерой сгорания	$0,005 \pm 0,001$	кгс/см ²	ДТ–250–21 кл.т. 1,0 (0,0025–0,25)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)
Давление воздуха после СК	$3 \pm 0,5$ $0,3 \pm 0,05$	кгс/см ² МПа	МТИ кл.т.0,6 (0÷6) (0÷0,6)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
Давление продуктов сгорания перед ТВД	$3 \pm 0,5$ $0,3 \pm 0,05$	кгс/см ² МПа	МП4У2 кл.т.1,5 (0÷4) (0÷0,4)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)
Давление масла после импеллера	9 ± 1 $0,9 \pm 0,1$	кгс/см ² МПа	МОШ 160 кл.т. 1,5 (0÷16) (0÷16)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)
Давление масла на смазку подшипников нагнетателя	3 ± 1 $0,3 \pm 0,1$	кгс/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷1,0) (0÷10)	А-501 кл.т.1,0 (0–600)
Давление газа перед нагнетателем	52 ± 5 $5,2 \pm 0,5$	кгс/см ² МПа	(0÷10) МТ100Р кл.т. 0,5 (0÷10,0) БН кл.т. 0,5 (0÷100)	А-511 кл.т. 0,5 (0÷100)
Давление газа после нагнетателя	70 ± 5 $7,0 \pm 0,5$	кгс/см ² МПа	(0÷100) (0÷10) МТ100Р кл.т. 0,5 БН кл.т.0,5 (0–100)	А-511 кл.т. 0,5 (0÷100)
Перепад давления газа на кр. № 1	2 ± 1 $0,2 \pm 0,1$	кгс/см ² МПа	СПД 10/120 г кл.т. 2,0 (1÷6,3)	А-511 кл.т. 0,5 (0÷100)
Перепад давления в маслопроводе высокого давления в полости нагнетателя	$3 \pm 0,5$ $0,3 \pm 0,05$	кгс/см ² МПа	СПД 10/120г кл.т. 2,0 (1÷6,3)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление масла высокого давления	54 ± 5 $5,4 \pm 0,5$	кгс/см ² МПа	ВЭ 16РБ кл.т. 1,5; (0–100)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление масла перед маслоохлаждением	6 ± 1 $0,6 \pm 0,1$	кгс/см ² МПа	МТП160 кл.т.1,5 (0÷10)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление масла на смазку подшипников турбины	$1,5 \pm 0,2$ $0,15 \pm 0,02$	кгс/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷2,5)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление масла перед клапаном	12 ± 1 $1,2 \pm 0,1$	кгс/см ² МПа	МТП160 кл.т. 1,5 (0÷16)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление масла после инжектора	$1,0 \pm 0,2$ $0,1 \pm 0,02$	кгс/см ² МПа	МОШ160 кл.т.1,5 (0÷16)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление масла после газомасляного насоса	$1,1 \pm 0,2$ 11 ± 2	кгс/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷25) кгс/см ²	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление проточного воздуха	$0,1 \pm 0,02$ $1,0 \pm 0,2$	кгс/см ² МПа	МТП160 кл.т.1,5 (0÷2,5)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление воздуха предельной защиты	$1,45 \pm 0,1$ $0,145 \pm 0,01$	кг/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷2,5)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление воздуха постоянного давления	$1,4 \pm 0,05$ $0,14 \pm 0,005$	кгс/см ² МПа	МТП160 кл.т.1,5 (0÷2,5)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Давление воздуха в цеховом коллекторе	$0,25 \pm 0,05$ $2,5 \pm 0,5$	кгс/см ² МПа	ЭКМ1У кл.т.1,5 (0÷10)	А-542 кл.т. 0,5 (0–6,3)
Расход топливного газа	4730	м ³ /2	ДМ3585М (0÷5000) кл.т. 1,5 ΔР = 0,4 кгс/см ² ДК 25–80 Dc.y. = 40мм	А-511 кл.т. 0,5 (0÷5000)

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 // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы Международной научно-практической конференции; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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 конференции. – 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.

11. 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.

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.

13. 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.

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

Literature:

1. Arushanyan R.R., Kocharyan E.V. Investigation of thermal conductivity of a heat pipe // Collection of the best scientific papers of young scientists of 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 resistance coefficient of diffusion of oil-bearing soils on the principles of porous body statistics of percolation theory // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 77–81.
3. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Prediction of the effective thermal conductivity of oil-bearing soils // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI 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 // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 144–146.
5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering : Conference Proceedings. – 2020. – P. 413-415.
6. Andreyko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. Use of solar systems in heat supply of objects of Krasnodar region // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 12–15.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Reduction of harmful emissions into the atmosphere during combustion of liquid fuels // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 16–19.
8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems of air-cooled devices // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 20–23.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Baljunist O.S. Analysis of ecological state of atmosphere during exploitation of gas-transport objects // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 24–26.
10. Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Application of heat pipes at compressor stations // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 27–29.
11. Kolesnikov B. P., Arushanyan R. R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Energy: Proceedings of III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
12. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanuchenko [et al.] // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.
13. 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. – V. 2. – P. 169–172.
14. 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.
15. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. New generation. Success : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 178–180.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС КОМПРЕМИРОВАНИЯ
ПРИРОДНОГО ГАЗА**

TECHNOLOGICAL PROCESS OF COMPRESSION OF NATURAL GAS

Каграманова Александра Александровна

старший преподаватель кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
kaa_200110@mail.ru

Арушанян Рубен Рафаэлович

аспирант кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rubenarushanyan@gmail.com

Штефанец Анастасия Витальевна

Студентка 3 курса кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
miss.shtefanets@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются методы удаления примесей в природном газе, их влияние, а также основные процессы и виды устройств, связанные с очисткой газа.

Ключевые слова: газ, компримирование, одорирование, примеси.

Kagramanova Alexandra Alexandrovna

Senior Lecturer of the Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
kaa_200110@mail.ru

Arushanyan Ruben Rafaelovich

Postgraduate Student, Department of heat power engineering,
Kuban State University of Technology
rubenarushanyan@gmail.com

Shtefanets Anastasia Vitalievna

3rd year Student of the Department of Heat Power Engineering,
Kuban State Technological University
miss.shtefanets@gmail.com

Annotation. The article discusses methods for removing impurities in natural gas, their influence, as well as the main processes and types of devices associated with gas purification.

Keywords: gas, compression, odorization, impurities.

При добыче и транспортировке в природном газе содержатся различного рода примеси: песок, сварной шлам, конденсат тяжелых углеводородов, вода, масло и т.д.

Наличие механических примесей и конденсата в газе приводит к преждевременному износу трубопровода, запорной арматуры, рабочих колес нагнетателей и, как следствие, снижению показателей надежности и экономичности работы компрессорных станций и в целом газопровода.

В настоящее время на КС в качестве первой ступени очистки широко применяют циклонные пылеуловители, работающие на принципе использования инерционных сил для улавливания взвешенных частиц (рис. 1).

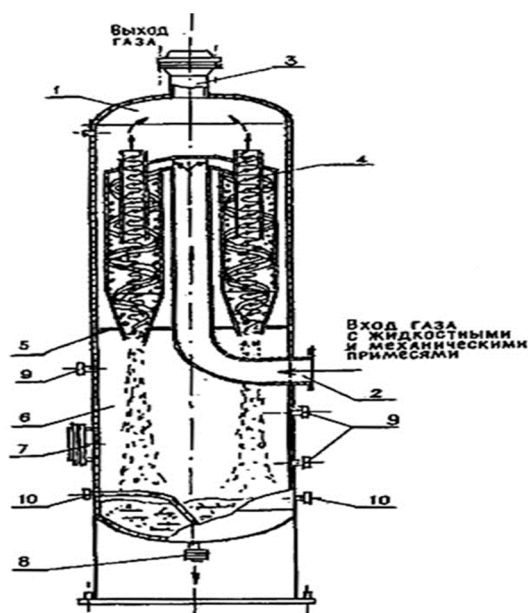


Рисунок 1 – Циклонный пылеуловитель: 1 – верхняя секция; 2 – входной патрубок; 3 – выходной патрубок; 4 – циклоны; 5 – нижняя решетка; 6 – нижняя секция; 7 – люк-лаз; 8 – дренажный штуцер; 9 – штуцеры контролирующих приборов; 10 – штуцеры слива конденсата

Циклонный пылеуловитель (рис. 1) представляет собой сосуд цилиндрической формы. Циклонный пылеуловитель состоит из двух секций: нижней отбойной 6 и верхней осадительной 1, где происходит окончательная очистка газа от примесей. В нижней секции находятся циклонные трубы 4. Газ через входной патрубок 2 поступает в аппарат к распределителю и приваренным к нему звездообразно расположенным циклонам 4, которые неподвижно закреплены в нижней решетке 5. В цилиндрической части циклонных труб газ, совершает вращательное движение вокруг внутренней оси труб циклона. Под действием центробежной силы твердые частицы и капли жидкости отбрасываются от центра к периферии и по стенке стекают в коническую часть циклонов и далее в нижнюю секцию 6 пылеуловителя. Газ после циклонных трубок поступает в верхнюю осадительную секцию 1 пылеуловителя, и затем, уже очищенный, через патрубок 3 выходит из аппарата.

На рисунке 2 показан график зависимости производительности пылеуловителя при различных перепадах давления на аппарате ΔP .

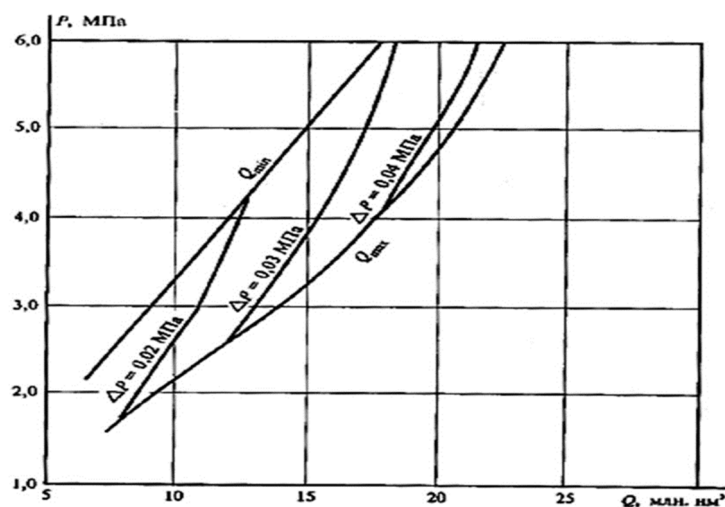


Рисунок 2 – График зависимости производительности пылеуловителя от давления $Q = f(P)$ при различных перепадах давления на аппарате ΔP

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 // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы Международной научно-практической конференции; ФГБОУ ВО «КубГТУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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 конференции. – 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 27–29.
11. 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.
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. Arushanyan R.R., Kocharyan E.V. Investigation of thermal conductivity of a heat pipe // Collection of the best scientific papers of young scientists of 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 resistance coefficient of diffusion of oil-bearing soils on the principles of porous body statistics of percolation theory // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 77–81.
3. Kolesnikov B.P., Magomadov A.S., Arushanyan R.R. Prediction of the effective thermal conductivity of oil-bearing soils // Science. New Generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEI 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 // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference; FSBEU VO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 144–146.
5. Kolesnikov B.P., Arushanyan R.R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Power Engineering : Conference Proceedings. – 2020. – P. 413-415.
6. Andreyko N.G., Arushanyan R.R., Leonova T.A. Use of solar systems in heat supply of objects of Krasnodar region // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 12–15.
7. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Reduction of harmful emissions into the atmosphere during combustion of liquid fuels // Referatotech : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 16–19.
8. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Dekusarova A.R. The use of heat pipes in cooling systems of air-cooled devices // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 20–23.
9. Andreiko N.G., Arushanyan R.R., Baljunist O.S. Analysis of ecological state of atmosphere during exploitation of gas-transport objects // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 24–26.
10. Arushanyan R.R., Stefanets A.V. Application of heat pipes at compressor stations // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 27–29.
11. Kolesnikov B. P., Arushanyan R. R. Prediction of the effective conductivity of N-component macroscopically disordered medium // Modern Problems of Thermophysics and Energy: Proceedings of III International Conference. – M., 2020. – P. 413–415.
12. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanuchenko [et al.] // Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.

**К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ**

**ON THE APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING
IN TECHNOLOGICAL PROCESSES**

Каминир Ольга Николаевна

доцент кафедры «Прикладной математики»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
kaminir17@gmail.com

Аннотация. В статье проведен обзор основных направлений математического моделирования в технологических процессах.

Ключевые слова: экспериментальные данные, планирование экспериментов, теория планирования эксперимента.

Kaminir Olga Nikolaevna

Associate Professor of the Department of Applied Mathematics,
Institute «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University

Annotation. The article provides an overview of the main directions of mathematical modeling in technological processes.

Keywords: experimental data, experiment planning, experiment planning theory.

Переход высшей школы на систему образования с подготовкой бакалавров и магистров диктует необходимость создания методического обеспечения для разработки магистерских диссертаций. Среди различных дисциплин, обеспечивающих выполнение такой задачи, важное место принадлежит экспериментальным исследованиям.

В процессе организации экспериментальных исследований решается широкий круг задач, связанных с постановкой исследования, разработкой программы его проведения, оценкой полученных результатов. В ряде случаев эксперименты выполняются в условиях действия случайных факторов, и обработка результатов таких экспериментов связана с использованием методов теории вероятностей и математической статистики. [1]

Экспериментальные исследования являются основным источником получения достоверных сведений об объектах реального мира. Такие исследования широко используются как в науке, так и в промышленности, однако нередко с различными целями. Обычно основная цель научного исследования состоит в том, чтобы показать статистическую значимость эффекта воздействия определенного фактора на изучаемую зависимую переменную. В условиях промышленного эксперимента основная цель обычно заключается в извлечении максимального количества объективной информации о влиянии изучаемых факторов на производственный процесс с помощью наименьшего числа дорогостоящих наблюдений. Эксперименты в промышленности проводятся с целью выбора рациональных технологических режимов функционирования или оптимизации параметров систем, оценки степени выполнения заданных требований к создаваемым изделиям, выяснения закономерностей функционирования, анализа влияния факторов

на показатели качества систем и т.д. Натурные исследования свойств технических средств или сложных моделей требуют значительных затрат ресурсов. Данное обстоятельство заставляет уделять серьезное внимание рациональной организации экспериментального изучения таких объектов.

Экспериментальные данные формируются путем пассивного наблюдения либо с помощью активного эксперимента. При пассивном наблюдении информация получается путем регистрации необходимых сведений в условиях обычного функционирования объекта. В активном эксперименте производится целенаправленное воздействие на объект по заранее составленной схеме. Активный эксперимент позволяет расширить область исследования, точнее вскрыть закономерности функционирования, сократить потребности в ресурсах на проведение исследования. Но организация и проведение активного эксперимента сложнее пассивного. Планирование экспериментов (ПЭ) охватывает широкий круг вопросов – от учета конкретных особенностей определенных объектов исследования до общих концептуальных проблем. Общие задачи планирования изучает специальная научная дисциплина – теория планирования эксперимента (ТПЭ).

В настоящее время ТПЭ выступает как самостоятельное научное направление и находит практическое применение там, где проводятся сложные научные и технические экспериментальные исследования. Теория использует аппарат математической статистики, линейной алгебры, комбинаторики и других разделов математики.

Методы теории планирования экспериментов направлены на разработку оптимальных планов проведения экспериментов с целью сокращения объема проводимых исследований при заданной точности и достоверности получения результатов, извлечения из полученных опытных данных максимума полезных сведений. Составной частью ТПЭ является исследование способов обработки результатов эксперимента, проведенного по выбранному плану, анализ свойств получаемых оценок показателей качества объекта. Экспериментальные данные, полученные с помощью ТПЭ, часто являются основой для применения других математических методов, например, градиентных методов оптимизации.

Внедрение математических методов планирования экспериментов позволяет в значительной степени исключить интуитивный, волевой подход и заменить его научно-обоснованной программой проведения экспериментальных исследований, содержащей объективную оценку полученных результатов. При этом осуществляется управление процессом проведения эксперимента с минимальным числом опытов. Известно, что методы планирования экспериментов базируются на теоретических положениях корреляционно-регрессионного анализа.

Теория ПЭ охватывает практически все встречающиеся на практике варианты исследования объектов. Область применения ПЭ распространяется на процессы и явления, зависящие от так называемых управляемых факторов, то есть факторов, которые можно изменять и поддерживать на заданных уровнях. Основные направления использования ПЭ в технологии: 1) выделение так называемых значимых факторов, существенно влияющих на изучаемый процесс; 2) получение математических моделей объектов исследования (аппроксимационные задачи); 3) поиск оптимальных условий протекания процессов, то есть совокупности значений факторов, при которой заданный критерий оценки эффективности процесса имеет наилучшее значение (экстремальные задачи); 4) построение диаграмм состав-свойство; 5) изучение кинетики и механизма процессов.

ПЭ используют для изучения и математического описания процессов и явлений путем построения математических моделей (в форме так называемых уравнений регрессии) – соотношений, связывающих с помощью ряда параметров значения факторов и результаты эксперимента. Основное требование, предъявляемое к планам факторного эксперимента, в отличие от пассивного эксперимента – минимизация числа опытов,

при которой получают достоверные оценки вычисляемых параметров при соблюдении приемлемой точности математических моделей в заданной области факторного пространства. В этом случае задача обработки результатов факторного эксперимента заключается в определении численных значений указанных параметров.

Решение задач с применением ТПЭ предусматривает использование априорной информации об изучаемом процессе для выбора общей последовательности управления экспериментами, которая уточняется после очередного этапа проведения исследований на основе вновь полученных сведений. Тем самым достигается возможность рационального управления экспериментами при неполном первоначальном знании характеристик исследуемого объекта. Целесообразность применения ТПЭ тем выше, чем сложнее исследуемая система. [2]

В заключении хотелось бы сказать, что простая математическая модель – это совокупность алгебраических формул, по которым явно вычисляются искомые величины. Однако чаще всего поведение параметров описывается дифференциальными уравнениями в частных производных. Найти решение этих сложных задач можно только с использованием современных быстродействующих ЭВМ. [3] Решение сложной математической задачи на ЭВМ включает в себя необходимые этапы выбора метода решения, создания алгоритма, разработки программы и ее тестирования. После этого можно применять разработанный пакет программ для решения нужной задачи. А для того, чтобы воспользоваться стандартной, готовой программой, нужно иметь представление о существующих методах решения, их преимуществах, недостатках и особенностях использования.

Литература:

1. Применение методов математического моделирования в разработке технологии и оценки потребительских свойств полуфабрикатов : монография / Л.М. Данович [и др.]. – Краснодар : КубГТУ, 2019. – 185 с.
2. Методы математического моделирования технических и технологических процессов : учеб. пособие / Л.М. Данович [и др.]. – Краснодар : КубГТУ, 2018. – 236 с.
3. Бедарев И.А., Белоусова О.Н., Федорова Н.Н. Численные методы решения инженерных задач в пакете MathCAD. – Новосибирск, 2008. – 96 с.

Literature:

1. Application of methods of mathematical modeling in the development of technology and evaluation of consumer properties of semi-finished products : monograph / L.M. Danovich [et al.]. – Krasnodar : KubGTU, 2019. – 185 p.
2. Methods of mathematical modeling of technical and technological processes : textbook / L.M. Danovich [et al.]. – Krasnodar : KubGTU, 2018. – 236 p.
3. Bedarev I.A., Belousova O.N., Fedorova N.N. Numerical methods for solving engineering problems in MathCAD package. – Novosibirsk, 2008. – 96 p.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ МИНИМИЗАЦИИ МЕТОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО
ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ**

**RESEARCH TASK OF MINIMISATION OF GEOMETRIC PROGRAMMING
METHOD FOR OPTIMIZATION OF SPECIAL ELECTRIC DRIVES**

Карандей Владимир Юрьевич

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой Электроснабжения промышленных предприятий.
Кубанский государственный технологический университет

Попов Борис Клавдиевич

кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный технологический университет

Попова Ольга Борисовна

кандидат технических наук, доцент
Кубанский государственный технологический университет

Афанасьев Виктор Леонидович

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье приведено исследование задачи минимизации метода геометрического программирования для оптимизации специальных электрических приводов. Приведено решение общей задачи минимизирующей точки. Использование исследования задачи минимизации дает возможности решать задачи оптимизации специальных электрических приводов с применением метода геометрического программирования.

Ключевые слова: специальный электрический привод, управляемый асинхронный каскадный электропривод, методы оптимизации, метод геометрического программирования, электромеханическое преобразование энергии, электромагнитная система.

Karandey Vladimir Yuryevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Head of Department of Power supply of the industrial enterprises,
Kuban State Technological University

Popov Boris Klavdievich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kuban State Technological University

Popova Olga Borisovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kuban State Technological University

Afanasiev Viktor Leonidovich

Kuban State Technological University

Annotation. The article provides a research task of minimizing the method of geometric programming for optimizing special electric drives. The general task of the minimizing point is solved. Using the research of the minimization task makes it possible to solve problems of optimizing special electric drives using the geometric programming method.

Keywords: special electric drive, controlled asynchronous cascade electric drive, optimization methods, geometric programming method, electromechanical transformation of energy, electromagnetic system.

Исследование [1, 2], проектирование и создание электрических приводов [3, 4] ставит ряд определенных задач [5, 6] перед разработчиками. Для их решения необходимо разрабатывать новые методы [7, 8] и подходы к определению параметров исследуемых устройств [9, 10]. Для таких исследований [11, 12] применяют методы оптимизации, которые решаются в основном методами геометрического программирования. Рассмотрим исследование задачи минимизации метода геометрического программирования для оптимизации специальных электрических приводов и определения электромагнитных [13, 14] и электромеханических [15] параметров.

Следует отметить, что метод геометрического программирования дает минимальное значение M позинома g без предварительного определения точки (t_1, t_2, \dots, t_m) , где g равен M . Этим он существенно отличается от обычного подхода к задачам минимизации. В методе геометрического программирования в первую очередь определяется точка $(\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n)$, которая максимизирует двойственную функцию v при условиях ортогональности и нормализации.

Остается задача определения минимизирующей точки (t_1, t_2, \dots, t_m) . Чтобы решить ее, покажем сначала, что значения членов u_i позинома g в минимизирующей точке t определяются следующими соотношениями:

$$u_i(\bar{t}) = v(\bar{\delta}') \delta'_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Чтобы доказать это, заметим, что из геометрического неравенства

$$g(\bar{t}) \geq v(\bar{\delta}') \quad (2)$$

и из предыдущих результатов мы получаем соотношение

$$g(\bar{t}) = M = v(\bar{\delta}'). \quad (3)$$

Теперь необходимое условие того, чтобы геометрическое неравенство было равенством, состоит в том, чтобы отношение $u_i(\bar{t})/\delta'_i$ было постоянным, не зависящим от i , $u_i(\bar{t})/\delta'_i$.

Таким образом,

$$k = \sum k \delta'_i = \sum u_i(\bar{t}) = g(\bar{t}) = v(\bar{\delta}'). \quad (4)$$

Отсюда следует, что справедливо соотношение (1).

Исследование задачи минимизации метода геометрического программирования позволит решать задачи оптимизации специальных электрических приводов и определения параметров исследуемых устройств [16, 17].

Литература:

1. Козярук А.Е. Современные эффективные электроприводы производственных и транспортных механизмов // Электротехника. – 2019. – № 3. – С. 33–37.
2. Avdeev A., Osipov O. PMSM identification using genetic algorithm 26th International Workshop on Electric Drives: Improvement in Efficiency of Electric Drives, IWED 2019. – Proceedings. 26, 2019, Publisher: IEEE, doi: 10.1109/IWED.2019.8664250.
3. Samoseiko V.F., Saushev A.V., Belousova N.V. Asynchronous motor control algorithm with parameter identification. Proceedings – 2019 // International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2019. – 2019. – P. 284–289, Publisher: IEEE, doi: 10.1109/URALCON.2019.8877625.
4. Blyuk V., Ershov M., Komkov A. Models and algorithms for quick calculation of electromechanical transition processes of multi-machine electrotechnical systems. Proceedings – 2019 // 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA 2019. – 2019. – P. 686–689.

5. Andreev N.K. Influence of sensitivity and specificity of measuring methods on their informativity and hardware requirements. E3S Web of Conferences. 2019 // International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019. – 2019. – № 05043, doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912405043>.
6. Abdulhy Al-Ali M.A., Kornilov V.Yu., Gorodnov A.G. Optimize the performance of electrical equipment in gas separation stations (degassing stations) and electrical submersible pumps of oil equipment for oil Rumaila field // Power engineering: research, equipment, technology. – 2019. – Vol. 21. – № 1–2. – P. 141–145.
7. Определение влияния способов широтно-импульсной модуляции на потери мощности в асинхронном двигателе / А.В. Гуляев [и др.] // Электротехника. – 2018. – № 9. – С. 74–76.
8. Бабанова И.С., Жуковский Ю.Л., Королев Н.А. Управление режимами работы электроприводного агрегата на основе нейросетевого диагностирования и оценки технического состояния // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2018. – № 1–2. – С. 26–36.
9. Комков А.Н., Чернев М.Ю., Блюк В.В. Исследование взаимного влияния асинхронных электроприводов центробежных насосов в составе электротехнической системы // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2019. – Т. 62. – № 5. – С. 62–67.
10. Жуковский Ю.Л., Бабанова И.С., Королёв Н.А. Способ диагностики технического состояния и оценки остаточного ресурса электромеханического агрегата с асинхронным двигателем. Патент на изобретение RU 2626231 C1, 24.07.2017. Заявка № 2016144271 от 10.11.2016.
11. Gasiyarov V.R., Khramshin V.R., Voronin S.S., Lisovskaya T.A., Gasiyarova O.A. Dynamic torque limitation principle in the main line of a mill stand: explanation and rationale for use // Machines. – 2019. – Vol. 7. – № 4. – P. 76, doi: 10.3390/machines7040076.
12. Власьевский С.В., Малышева О.А., Мельниченко О.В. Сравнение расчетных сил тяги по сцеплению электровозов переменного тока с асинхронным и коллекторным приводом // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2018. – № 5. – С. 30–36.
13. Карандей В.Ю. Математическое моделирование каскадных асинхронных электроприводов : монография : в 3 т. / ФГБОУ ВПО «КубГТУ». – Краснодар: Издательский Дом – Юг. Т. 1: Математическое моделирование магнитных систем электропривода. – 2014. – 142 с., ISBN 978-5-91718-345-9 (Т. 1), ISBN 978-5-91718-344-2
14. Карандей В.Ю. Концепция расчета магнитной системы асинхронного двигателя специального электропривода / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Известия высших учебных заведений, Пищевая технология. Научно-технический журнал. – 2008. – № 1. – С. 101–103.
15. Определение электромагнитной энергии и момента в каскадном электрическом приводе / В.Ю. Карандей [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2014. – № 97. – С. 464–481.
16. Карандей В.Ю. Программа расчета параметров и анимационного построения потокораспределения компонента асинхронного каскадного электропривода / В.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев, А.В. Базык // свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2015615828, зарегистрировано 25.05.2015 г.
17. Карандей В.Ю. Программа расчета параметров и самоанимационного построения потокораспределения компонента асинхронного каскадного электропривода / Карандей В.Ю., Карандей Ю.Ю., Базык А.В. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2015615826 от 25 мая 2015 г.

Literature:

1. Koziaruk A.E. Modern efficient electric drives of production and transport mechanisms // *Electrotehnika*. – 2019. – № 3. – P. 33–37.
2. Avdeev A., Osipov O. PMSM identification using genetic algorithm 26th International Workshop on Electric Drives: Improvement in Efficiency of Electric Drives, IWED 2019. – Proceedings. 26, 2019, Publisher: IEEE, doi: 10.1109/IWED.2019.8664250.
3. Samoseiko V.F., Saushev A.V., Belousova N.V. Asynchronous motor control algorithm with parameter identification. Proceedings – 2019 // International Ural Conference on Electrical Power Engineering, UralCon 2019. – 2019. – P. 284–289, Publisher: IEEE, doi: 10.1109/URALCON.2019.8877625.
4. Blyuk V., Ershov M., Komkov A. Models and algorithms for quick calculation of electromechanical transition processes of multi-machine electrotechnical systems. Proceedings – 2019 // 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency, SUMMA 2019. – 2019. – P. 686–689.
5. Andreev N.K. Influence of sensitivity and specificity of measuring methods on their informativity and hardware requirements. E3S Web of Conferences. 2019 // International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019. – 2019. – № 05043, doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912405043>.
6. Abdulhy Al-Ali M.A., Kornilov V.Yu., Gorodnov A.G. Optimize the performance of electrical equipment in gas separation stations (degassing stations) and electrical submersible pumps of oil equipment for oil Rumaila field // *Power engineering: research, equipment, technology*. – 2019. – Vol. 21. – № 1–2. – P. 141–145.
7. Determination of the influence of pulse-width modulation methods on power losses in asynchronous motor / A.V. Gulyaev [et al.] // *Electrotehnika*. – 2018. – № 9. – P. 74–76.
8. Babanova I.S., Zhukovsky Y.L., Korolev N.A. Management of operation modes of electric drive unit on the basis of neural network diagnosis and assessment of technical condition // *Electrical equipment: operation and repair*. – 2018. – № 1-2. – P. 26-36.
9. Komkov A.N., Chernev M.Y., Bluc V.V. Research of mutual influence of asynchronous electric drives of centrifugal pumps as a part of an electric system // *Izvestia vysokikh obrazovaniye. Electromechanics*. – 2019. – V. 62. – № 5. – P. 62–67.
10. Zhukovsky Y.L., Babanova I.S., Korolev N.A. Method of diagnostics of technical condition and evaluation of residual life of electromechanical unit with induction motor. Patent for invention RU 2626231 C1, 24.07.2017. Application № 2016144271 of 10.11.2016.
11. Gasiyarov V.R., Khramshin V.R., Voronin S.S., Lisovskaya T.A., Gasiyarova O.A. Dynamic torque limitation principle in the main line of a mill stand: explanation and rationale for use // *Machines*. – 2019. – Vol. 7. – № 4. – P. 76, doi: 10.3390/machines7040076.
12. Vlasievsky S.V., Malysheva O.A., Melnichenko O.V. Comparison of calculated traction forces on AC electric locomotive coupling with asynchronous and collector drive // *Electronics and electrical equipment of transport*. – 2018. – № 5. – P. 30–36.
13. Karandey V.Y. Mathematical modeling of cascade asynchronous electric drives : monograph : in 3 vols / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «KubGTU». – Krasnodar: Publishing House – Yug. V. 1: Mathematical modeling of magnetic systems of electric drive. – 2014. – 142 p., ISBN 978-5-91718-345-9 (Vol. 1), ISBN 978-5-91718-344-2
14. Karandei V.Y. The concept of calculation of the magnetic system of an asynchronous motor of a special electric drive / V.Y. Karandei, B.K. Popov // *Izvestiya vyssheey uchebnykh obucheniya, Food technology. Scientific-technical journal*. – 2008. – № 1. – P. 101–103.
15. Determination of electromagnetic energy and torque in a cascade electric drive / V.Yu. Karandei [et al.] // *Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University [Electronic resource]*. – 2014. – № 97. – P. 464–481.

16. Karandey V.Y. Program for calculating parameters and animated construction of the flux distribution of the asynchronous cascade electric drive component / V.Y. Karandey, V.L. Afanasyev, A.V. Bazyk // Registration certificate for the computer program RU № 2015615828, registered 25.05.2015.

17. Karandey, V.Y. Program for calculating parameters and self-animation of the flux distribution of the asynchronous cascade electric drive component / Karandey, V.Y., Karandey, Yu., Bazyk, A.V. Certificate of official registration of computer software №2015615826 dated May 25, 2015.

**СВОЙСТВА ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ
НАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ НА НЕОПТИМАЛЬНЫХ
УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**PROPERTIES OF THE VIBRATION STATE OF MAINLINE PUMPING UNITS
UNDER SUBOPTIMAL OPERATING CONDITIONS**

Кесова Елизавета Феодоровна

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
Liza-kesova@mail.ru

Иноземцев Дмитрий Александрович

старший преподаватель кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
d.a.inozemtsev@mail.ru

Аннотация. Каждый МНА содержит следующие объекты : насос, электродвигатель, приемную и выкидную задвижку.

Насосные агрегаты связываются трубопроводами-отводами изогнутой формы, которые соединяют их всасывающие и нагнетательные патрубки через общий коллектор наружной установки. В общем укрытии прокладывают трубопроводные коммуникации вспомогательных систем.

Ключевые слова: МНА, насос, агрегат, контроль, вибрация, системы, зависимости, режим.

Kesova Elizaveta Feodorovna

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
Liza-kesova@mail.ru

Inozemtsev Dmitry Alexandrovich

Senior Lecturer of the Department of equipment for oil and gas fields,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
d.a.inozemtsev@mail.ru

Annotation. Each MPU contains the following objects : a pump, an electric motor, a receiving and a release valve.

The pump units are connected by pipes-bends of a curved shape, which connect their suction and discharge pipes through a common collector of the outdoor installation. In the general shelter, pipeline communications of auxiliary systems are laid.

Keywords: MPU, pump, unit, control, vibration, systems, dependencies, mode.

Для контроля текущего состояния магистрального насосного агрегата в системах автоматизации (взаимоисключающих) должны быть предусмотрены четыре основных состояния:

- в работе;
- остановлен;

- запускается;
- останавливается.

Помимо четырех основных состояний должны быть предусмотрены дополнительные состояния:

- готов к пуску (для остановленного агрегата);
- горячий резерв (для готовых к пуску агрегатов, находящихся в режиме «резервный»);
- идет программ пуск;
- идет программа остановки.

Отклонение режима работы от номинального неизбежно приводит к увеличению вибрации магистрального насосного агрегата, что затрудняет оценку его фактического технического состояния, и не позволяет выбрать оптимальный вид необходимого технического обслуживания.

В работе представляется «сравнение и анализ изменения значений вибрации насосного агрегата, работающего на различных режимах подачи, с течением времени, используя значения вибрации, приведенные к номинальной подаче». Коэффициенты увеличения виброскорости могут быть определены из средней зависимости от скорости изменения интенсивности вибрации насосов с номинальными рабочими колесами. Эту зависимость рекомендуется определять для каждого МНА после его обкатки и ввода в эксплуатацию. Учитывая, что в современных условиях организация таких работ крайне затруднена, для определения приближенных значений коэффициента вибрации конкретного агрегата могут быть использованы зависимости этого коэффициента от подачи, определенные для экстремальных характеристик образцов однотипного насосного оборудования. Из характеристик зависимости вибрации от подачи и производительности насосов, следует, что коэффициент увеличения виброскорости для группы однотипных насосов различной мощности можно рассматривать как функцию двух переменных : номинальной подачи и величины относительного отклонения подачи в рабочем режиме насоса от номинальной подачи:

$$k_{СКЗ} = F(Q_H, Q/Q_H), \quad (1)$$

где Q_H – величина подачи насоса, соответствующая номинальному режиму его эксплуатации, м³/час; Q – величина подачи насоса на рабочем режиме эксплуатации, м³/час.

Очевидно, что каждого фиксированного отклонения от номинального режима работы насоса справедливо соотношение:

$$k_{СКЗmin} = (Q/Q_{Hmin}) \leq k_{СКЗ}(Q/Q_H) \leq k_{СКЗmax}(Q/Q_{Hmax}), \quad (2)$$

где Q_{Hmin} – величина подачи, соответствующая номинальному режиму эксплуатации насоса с наименьшей производительностью из рассматриваемого ряда однотипного насосного оборудования, м³/час; Q_{Hmax} – величина подачи, соответствующая номинальному режиму эксплуатации насоса с наибольшей производительностью из рассматриваемого ряда однотипного насосного оборудования, м³/час.

Полагая, что для насоса с произвольной номинальной подачей Q_H из интервала $Q_{Hmin} < Q_H < Q_{Hmax}$ при заданном отклонении величины подачи от номинального значения приращение коэффициента увеличения вибрации пропорционально приращению номинальной подачи, получаем соотношение :

$$\frac{k_{СКЗ}(g) - k_{СКЗmin}(g)}{k_{СКЗmax}(g) - k_{СКЗmin}(g)} = \frac{Q_H - Q_{Hmin}}{Q_{Hmax} - Q_{Hmin}}, \quad (3)$$

где $g = Q/Q_{ном}$ – отклонение режима работы обследуемого насоса от номинального режима работы.

Из (3) получаем выражение для вычисления коэффициента увеличения вибрации насоса, работающего в ненормальном по подаче режиме:

$$k_{CK3}(g) = k_{CK3min}(g) + [k_{CK3max}(g) - k_{CK3min}(g)] \cdot \frac{Q_H - Q_{Hmin}}{Q_{Hmax} - Q_{Hmin}}, \quad (4)$$

Для насосов типа НМ ориентировочные значения коэффициента увеличения вибрации для заданных отклонений режима работы от минимального по подаче могут быть рассчитаны по формуле 4 и зависимостям.

Данное соотношение позволяет определить значение коэффициента увеличения вибрации насоса, работающего в ненормальном режиме подачи.

Литература:

1. Некрасов В.А. Совершенствование метода контроля технического состояния магистральных насосных агрегатов по вибрационным параметрам. ГУП «ИПТЭР». – Уфа, 2006.
2. Исследование математической модели энергетического критерия разрушения хрупких материалов / В.И. Дунаев [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2019. – Т. 16. – № 1. – С. 21–25.
3. Кесова Е.Ф., Терещенко И.А. Методы анализа вибраций редукторов в диагностике // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 40–42.
4. Приходько М.Г., Кесова Е.Ф., Бунякин А.В. Расчет и оптимизация теплового насоса в комбинации с бинарной энергоустановкой для использования отработавших нефтяных и газовых скважин в качестве теплового коллектора // Сборник лучших научных работ молодых ученых кубанского государственного технологического университета, отмеченных наградами на конкурсах. – Краснодар : Издательство Кубанского государственного технологического университета, 2018. – С. 72–74.
5. Иноземцев Д.А., Терещенко И.А., Кесова Е.Ф. Современный подход к диагностированию газоперекачивающих агрегатов // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 137–140.
6. Кесова Е.Ф., Терещенко И.А. Обзор метода ультразвуковой дефектоскопии // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 43–46.

Literature:

1. Nekrasov V.A. Improvement of the method of monitoring the technical condition of mainline pump units by vibration parameters. STATE UNITARY ENTERPRISE «IPTER». – Ufa, 2006.
2. Study of the mathematical model of the energy criterion for fracture of brittle materials / V.I. Dunayev [et al.] // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2019. – V. 16. – № 1. – P. 21–25.
3. Kesova E.F., Tereshchenko I.A. Methods of analysis of gearbox vibrations in diagnostics // Referatotech : Materials of the International Scientific and Practical Conference : in 3 v. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 40–42.
4. Prikhodko M.G., Kesova E.F., Bunyakin A.V. Calculation and optimization of a heat pump in combination with a binary power plant to use waste oil and gas wells as a heat collector // Collection of the best scientific papers by young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar : Publishing house of Kuban State Technological University, 2018. – P. 72–74.
5. Inozemtsev D.A., Tereshchenko I.A., Kesova E.F. Modern approach to the diagnosis of gas compressor units // Referatotech : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. In 3 v. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 137–140.
6. Kesova E.F., Tereshchenko I.A. Review of the method of ultrasonic flaw detection // Referatotech : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. In 3 v. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 43–46.

ЗАВОДНЕНИЕ – КАК ОДНА ИЗ СИСТЕМ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

WATERFLOODING – AS A TYPE OF THE SYSTEM OF MAINTAINING RESERVOIR PRESSURE

Коваленко Дмитрий Романович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kovalenko.dmitriy.01@bk.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Щеколдин Кирилл Сергеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института Нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Shchekoldink@gmail.com

Аннотация. Система поддержание пластового давления – процесс естественного или искусственного сохранения давления в продуктивных пластах нефтяных залежей на начальной или запроектированной величине с целью достижения высоких темпов добычи нефти и увеличения степени её извлечения. Система ППД при разработке нефтяной залежи могут осуществлять за счёт естественного активного водонапорного или упруго-водонапорного режима, искусственного водонапорного режима, создаваемого в результате нагнетания воды в пласты-коллекторы при законтурном или приконтурном, а также при внутриконтурном заводнении.

Ключевые слова: система поддержание пластового давления, залежи, пласты-коллектора, нагнетание воды, заводнение.

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

Shiyan Stanislav Ivanovich

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of Oil and gas field equipment,
Kuban State Technological University
akngs@mail.ru

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

Annotation. The system of maintaining reservoir pressure is a process of natural or artificial pressure preservation in productive reservoirs of oil deposits at the initial or projected size in order to achieve high rates of oil production and increase the degree of its extraction. The system of maintaining reservoir pressure in the development of oil deposits can be carried out at the expense of natural active water-pressure or elastic-water mode, artificial water-water regime, created as a result of supercharging water into reservoirs at the legal or finished, as well as in-circuit winding.

Keywords: the system of maintaining reservoir pressure, oil deposits, reservoir, waterflooding.

На месторождениях, разрабатываемых с заводнением залежей, в настоящее время добывается около 90 % от общего уровня добычи нефти. Популярность искусственного заводнения нефтяных залежей обусловлена его следующими преимуществами:

- доступностью и бесплатностью воды;
- относительной простотой нагнетания воды;
- относительно высокой эффективностью вытеснения нефти водой.

Развитием законтурного заводнения явилось создание системы внутриконтурного заводнения. В этом случае месторождение рядами нагнетательных скважин «разрезается» на отдельные полосы, блоки или площади самостоятельной разработки и нефть вытесняется нагнетаемой водой. В случае приконтурного заводнения нагнетательные скважины располагаются внутри залежей в непосредственной близости от внешнего контура нефтеносности, применяется для разработки небольших залежей (шириной не более 4–5 км) с известным положением контуров нефтеносности при относительно выдержанных пластах, высокой проницаемости и малой вязкости нефти.

При осевом разрезании скважины нагнетательного ряда размещаются вдоль длинной оси структуры. Осевое разрезание применяется при ширине залежей более 4–5 км и обычно сочетается с законтурным заводнением.

Площадочное заводнение особенно эффективно применять при разработке малопроницаемых и сильно прерывистых пластов.

Очагово-избирательная система заводнения предназначена для разработки месторождений с высокой неоднородностью и прерывистостью продуктивных пластов.

В процессе эксплуатации нефтяного месторождения пластовое давление может настолько снизиться, что дальнейшая эксплуатация скважины при данном дебите становится неэкономичной. Поддержание пластового давления закачкой воды, кроме повышения нефтеотдачи обеспечивает интенсификацию процесса разработки.

Цель ППД:

- обеспечение закачки рабочего агента в пласт;
- обеспечение подготовки сеноманской воды до определенных условиями закачки показателей;
- управление эффективностью процесса поддержания пластового давления;
- повышение качества и оперативности принятия решений при управлении процессом;
- оптимизация и контроль затрат на процесс поддержания пластового давления;
- увеличение темпов отбора нефти из залежи и получение повышенных коэффициентов нефтеотдачи, характерных для напорных режимов.

Задачи ППД:

- определить метод поддержания пластового давления;
- выбрать рабочий агент для закачки в пласт;
- обеспечить качество закачиваемого агента;
- обеспечить эффективность поддержания пластового давления.

При заводнении с целью поддержания пластового давления основное требование к системе водоснабжения: изыскание и добыча необходимого количества качественной воды, распределение и закачка её в пласт через систему нагнетательных скважин. Выбор системы водоснабжения во многом зависит от стадии разработки месторождения. В проектах обустройства месторождений должно учитываться, что в последующее время добыча нефти будет сопровождаться ростом обводненности продукции скважин, поэтому система водоснабжения должна быть запроектирована и построена с учётом 100 % утилизации в системе ППД всех промышленных сточных вод с промышленных установок подготовок нефти.

Как показывает опыт разработки месторождений, заводнение является довольно эффективным методом воздействия для поддержания пластового давления, но при строгом соблюдении необходимых требований к технологии её осуществления.

Основным требованием, предъявляемым к закачиваемой в пласт воде, является обеспечение высокой степени фильтрации. Ухудшение коллекторских свойств зоны, примыкающей к скважине, происходит в результате:

- сужения поровых каналов и полной закупорки части из них за счет проникновения твердых частиц дисперсной фазы (промывочной жидкости или загрязненной закачиваемой воды);
- набухания глинистых минералов пласта при контакте с закачиваемой водой;
- образование нерастворимых осадков при взаимодействии закачиваемых вод с пластовыми;
- образование стойких водонефтяных эмульсий, уменьшающих подвижность пластовой жидкости в зоне контакта;
- отрицательного влияния капиллярных и поверхностных явлений.

В настоящее время при подготовке воды для системы ППД при эксплуатации месторождений количество взвешенных частиц (КВЧ) и содержание остаточных нефтепродуктов (ОНП), являющихся важными нормируемыми параметрами, должны быть приведены в соответствии с требованиями действующего отраслевого стандарта ОСТ 39-225-88 «Вода для заводнения нефтяных пластов. Требования к качеству».

Наличие механических примесей является одним из основных факторов, вызывающих снижение проницаемости призабойной зоны пласта при использовании как пресных, так и пластовых вод.

Механические примеси присутствуют в воде как «изначально», так и образуются в результате различных химических реакций. При использовании для заводнения продуктивных пластов подтоварной воды, ощутимое снижение приемистости скважины вызывает присутствие остаточного количества нефтепродуктов.

Закачиваемые воды должны быть совместимы с пластовыми. Наличие механических примесей иногда связано с нарушением стабильности вод. Ограничение или исключение возможности смешения вод различного состава является технологическим приемом предотвращения солеотложения в нефтепромысловом оборудовании.

В качестве вытесняющего агента для разработки продуктивных пластов нефтяных месторождений предпочтительно выглядят пластовые, сеноманские и подтоварные воды. Высокая дисперсность и значительная удельная поверхность глинистых частиц усиливают обменные реакции, что может вызвать отрыв глинистых минералов от обломочных зерен с последующим вовлечением их в приток, что может привести к частичному закупориванию фильтрующих каналов.

Заводнение нефтяных пластов является основной современной технологии разработки нефтяных месторождений. Разновидности всех широко используемых в настоящее время методов заводнения нефтяных объектов приведены в работе М.М. Иванова в виде схемы (рис. 1).

В схеме за основу разделения метода заводнения на системы (законтурное, приконтурное, внутриконтурное) принято отличие их друг от друга размещением нагнетательных скважин относительно начального контура нефтеносности.

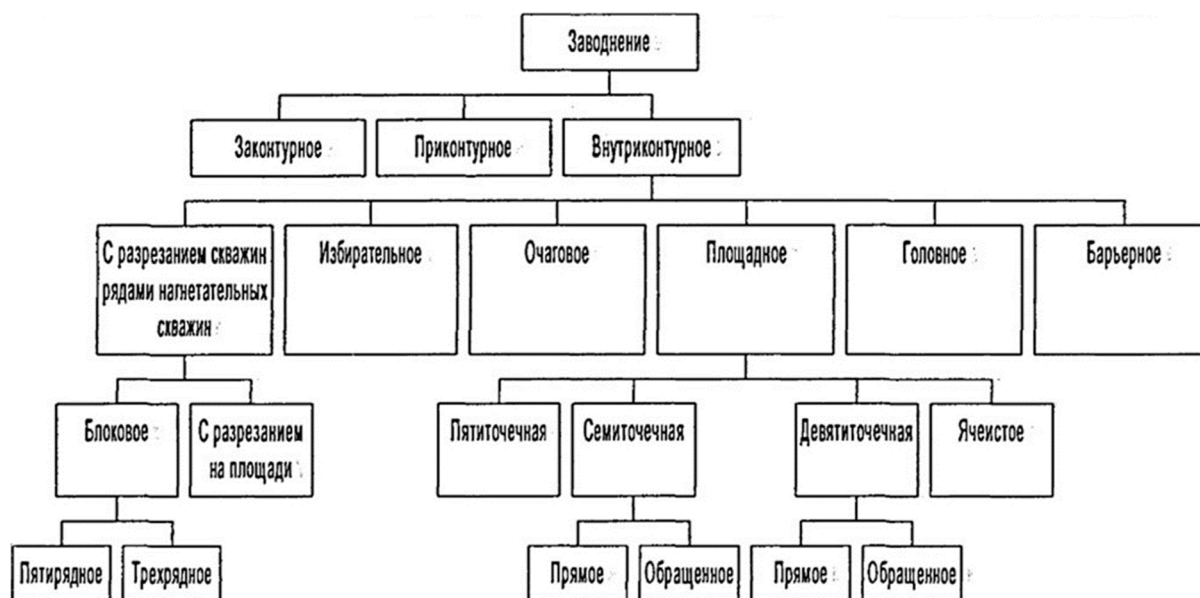


Рисунок 1 – Разновидности методов заводнения

Анализ схем расстановки скважин при известных системах заводнения позволяет выделить две группы методов заводнения, которые имеют существенное отличие друг от друга. Это – наличие или отсутствие элемента симметрии при расстановке добывающих и нагнетательных скважин.

Регулярные системы заводнения отличаются друг от друга по форме элемента симметрии, ячейке и характеру размещения скважины по площади залежей. Каждый вид заводнения включает в себя множество разновидностей, которые отличаются друг от друга интенсивностью. Под интенсивностью разновидностей заводнения обычно понимают отношение: числа нагнетательных к добывающим скважинам. Чем меньше соотношение добывающих и нагнетательных скважин (m) и больше число сторон подхода вытесняющего агента к добывающей скважине, тем интенсивнее система заводнения. Число сторон подхода фронта вытесняющего агента к добывающей скважине среднего элемента систем заводнения залежи, можно определить из меры интенсивности по зависимости для обращенных систем $m_1 = \frac{n_0 - 1}{m}$; для прямых $m_1 = n_0 - 1 = \frac{1}{m}$, где n_0 – общее количество добывающих скважин элемента системы заводнения. Существует большая группа систем заводнения, которые имеют качественное отличие от регулярных систем. По ним элементы симметрии не выделяются. Нагнетательные скважины размещаются по площади объекта неравномерно или закачка осуществляется в скважины практически одного ряда. Первый вид систем заводнения предусматривает выбор местоположения нагнетательных скважин после разбуривания эксплуатационного объекта по равномерной сетке с учетом изменчивости его геологического строения, т.е. по принципу избирательности. В эту группу входят следующие разновидности: классическое, избирательное, очаговое и центральное.

Сравнительный анализ эффективности заводнения при помощи численного моделирования

При обобщении и систематизации работ обнаруживается, что:

- сопоставляются системы заводнения с различной интенсивностью, например, пяти-, семиточечная с трехрядной, а девятиточечная с пятирядной;
- для обоснования эффективности систем заводнения применяются различные критерии, иногда взаимоисключающие. Основными из них являются выбор систем заводнения по максимуму дебита скважин и по максимуму нефтеизвлечения.

По темпам отбора более предпочтительны рассредоточенные системы, а по конечному коэффициенту нефтеизвлечения – рядные системы заводнения. Следовательно, при одинаковой интенсивности систем и при равных других условиях коэффициенты нефтеизвлечения, ВНФ, дебиты заводнения скважин могут служить критериями эффективности при выборе вида систем заводнения и проводимых мероприятий по изменению систем заводнения залежей. В процессе анализа эффективности мероприятий следует варьировать следующими параметрами:

- местоположением нагнетательных скважин в зонально общем неоднородном пласте;
- временем освоения дополнительных скважин под нагнетание воды;
- формой ячейки системы заводнения и их размещением относительно главных осей тензора проницаемости.

С увеличением соотношения добывающих и нагнетательных скважин коэффициент нефтеизвлечения увеличивается, а с увеличением вязкости нефти, уменьшается. При изменении интенсивности системы заводнения два коэффициента нефтеизвлечения из трех действуют в противоположных направлениях, и максимум коэффициента нефтеизвлечения достигается при определенном соотношении добывающих и нагнетательных скважин (m). Следовательно, условие достижения максимума нефтеизвлечения является одним из критериев при определении принятой оптимального соотношения добывающих и нагнетательных скважин.

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. 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.
4. 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.
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. Ecology in the construction of oil and gas wells : a textbook for university students / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : LLC «Prosveshchenie – Yug», 2011. – 603 p.

2. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremichuk R.S. Scientific bases and practice of oil and gas wells development. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2016. – 576 p.

3. Kusov G.V., Savenok O.V. Methods of struggle against ARPD in the fields of «RN – Krasnodarneftegaz» on the example of Uspenskoe and Goryacheklyuchevskoe areas // Well construction and repair – 2010 : Collection of reports of the International scientific-practical conference (September 27 – October 02, 2010, Gelendzhik, Krasnodar region) / «Scientific-production firm «Nitpo» Ltd. – Krasnodar : LLC Research and Production Firm «Nitpo», 2010. – P. 147–150.

4. Omelchenko N.N., Savenok O.V., Iolchuev A.M. Prevention and elimination of salt deposits during oil production in the Klyuchevoye field // Nauka. Technology. Tekhnologii (Polytechnicheskii vestnik). – 2018. – № 4. – P. 27–52.

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. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Re-engineering options for reconstruction of production facilities of the system of gathering, transportation and treatment of oil, gas and water of the Ivanovskoye field // Engineer-oilman. – 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 Abino-Ukrainian field // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskii 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 (Polytechnicheskii 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.

ВЛИЯНИЕ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА РАБОТУ СЕТЕЙ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

INFLUENCE OF ASYMMETRY OF VOLTAGE ON OPERATION OF OUTDOOR LIGHTING NETWORKS

Коваль Алексей Николаевич

старший преподаватель,

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Данная статья посвящена обзору влияния несимметрии напряжения, возникающей в процессе эксплуатации сетей наружного освещения.

Ключевые слова: несимметрия, световой поток, световая нагрузка.

Koval Aleksey Nikolaevich

Head Teacher,

Kuban State Technological University

Annotation. This article is devoted to an overview of the influence of asymmetry of voltage in the operation of outdoor lighting networks.

Keywords: asymmetry, luminous flux, beam load.

Несимметрия в системе электроснабжения [1, 2] сильно влияет на работу электропотребителей, таких как электрические приводы [3, 4], их компоненты, и сетях освещения [5, 6]. Несимметрия значительно ухудшает технические характеристики указанных систем [7], что приводит к необходимости корректировки статических [8, 9] и динамических [10, 11] параметров для оптимальной работы системы [12, 13]. Для корректировки электромагнитных [14, 15] и электромеханических [16] параметров необходимы специальные алгоритмы и программы расчета [17, 18].

Несимметрия трехфазной системы напряжения – это появление в электрической сети напряжений обратной и нулевой последовательности, в которой значения этих напряжений значительно меньше соответствующих напряжений прямой (основной) последовательности.[19]

Основной причиной возникновения несимметрии напряжения в сетях наружного освещения является несимметричность распределения мощности по фазам. Несимметричность распределения мощности в сетях наружного освещения обусловлена следующими факторами:

1. Различная мощность светового оборудования, устанавливаемого на линиях. Несимметричные токи, протекающие по элементам электрической сети образуют разные по величине падения напряжения в фазах, что приводит к несимметрии в узлах сети.
2. Различная протяженность линий, питаемых от одной электроустановки.
3. Различные значения сечений проводов на различных участках линий.
4. Исполнение сетей либо в трехфазном, либо в однофазном исполнении на одной отходящей линии электроустановки.

Как следствие, согласно п.п. 3 и 4 наблюдается несимметрия сопротивлений по фазам, что в свою очередь отражается на значениях падения напряжения в элементах сети.

Так как осветительные установки являются однофазными электроприемниками, то появление несимметрии в трехфазной сети негативно влияет на работу источников

света – различных типов ламп [20]. При подключении осветительной установки к фазе с высоким напряжением, с одной стороны увеличивается их световой поток [21]. С другой же стороны, сразу же снижается срок службы ламп по сравнению с теми лампами, которые работают в сети при номинальном напряжении. В результате возникающей несимметрии в сети возникает необходимость замены ламп чаще, чем это предусматривается нормативными документами по технической эксплуатации.

В условиях эксплуатации было выявлено, что при снижении напряжения в сети меньше 190 В происходил быстрый выход и строя ламп типа ДНаТ и МГЛ. Это объяснялось тем, что из-за снижения уровня напряжения в сети ниже допустимого импульсно-запускающее устройство (ИЗУ) не могло обеспечить требуемого напряжения на выходе достаточного для пробоя паров газов, а импульс продолжал подаваться. А так как данный тип устройств является электронным, то их срок службы также существенно снижался.

Следует так же учитывать и тот факт, что конденсаторы, устанавливаемые в световом оборудовании, усиливают уже существующую несимметрию, так как выдача реактивной мощности в сеть в фазе с наименьшим напряжением будет меньше, чем в остальных фазах пропорционально квадрату напряжения.

Литература:

1. Анчарова Т.В., Стебунова Е.Д., Рашевская М.А. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. – М. : Форум, -НИЦ ИНФРА-М, 2012. – 416 с.
2. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 472 с.
3. Карандей В.Ю. Управляемый каскадный электрический привод с жидкостным токосъемом / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Патент на изобретение № 2461947 зарегистрировано 20.09.2012 г.
4. Афанасьев В.Л. Управляемый каскадный электрический привод / В.Л. Афанасьев, В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // патент на полезную модель RU 191959 U1, 28.08.2019, заявка № 2019111630 от 16.04.2019.
5. Карандей В.Ю. Токосъемное устройство / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов // Патент на изобретение № 2370869 зарегистрировано 30.06.2008 г.
6. Карандей В.Ю. Сигнализирующее токосъемное устройство / В.Ю. Карандей, Б.К. Попов, Ю.Ю. Карандей, В.Л. Афанасьев // Патент на изобретение № 2601958 от 27 июля 2015 г, зарегистрировано 18.10.2016 г.
7. Карандей В.Ю., Афанасьев В.Л. Mathematical modeling of special electric drives for the equipment of oil and gas branch // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2017. – №08(132). – С. 926–940. Doi: 10.21515/1990-4665-132-072.
8. Определение магнитных параметров модели статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода аксиальной конструкции / В.Ю. Карандей [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2017. – №10(134). – С. 1135–1151. Doi: 10.21515/1990-4665-134-092.
9. Карандей В.Ю. Определение магнитных параметров модели статора компонента управляемого асинхронного каскадного электрического привода цилиндрической конструкции / В.Ю. Карандей [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Электронный ресурс]. – 2017. – №09(133). – С. 1231–1248. Doi: 10.21515/1990-4665-133-105.
10. Research dynamics of change of electromagnetic parameters of controlled special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon-2019). – 2019. – P. 8934751. Doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934751.

11. Research and analysis of force and moment of the cascade asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science electronic edition. Saint-Petersburg Mining University. – 2018. – Vol. 194. – Т. 5. – 052009, doi:10.1088/1755-1315/194/5/052009.

12. Optimization of parameters of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 327. – 052002, doi:10.1088/1757-899X/327/5/052002.

13. Research of electrical power processes for optimum modeling and design of special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // Advances in Engineering Research conference proceedings. – 2018. – Vol. 157. – P. 242–247. doi:10.2991/aime-18.2018.47.

14. Research of electromagnetic parameters for improvement of efficiency of special electric drives and components / V.Yu. Karandey [et al.] // 5th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies 2019. – P. 69–74. Doi: 10.1109/PGSRET.2019.8882689.

15. Karandey V.Yu., Popov B.K., Afanasyev V.L. Research of change of parameters of a magnetic flux of the stator and rotor of special electric drives // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – 2018. – P. 8602911. Doi: 10.1109/FarEastCon.2018.8602911.

16. Determination of power and moment on shaft of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 327. – 052003. doi:10.1088/1757-899X/327/5/052003.

17. Попов Б.К. Программа расчета токов статора и ротора в каскадном электрическом приводе / Б.К. Попов, В.Ю. Карандей // свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2008614048, зарегистрировано 30.06.2008 г.

18. Попов Б.К. Программа для расчета магнитной системы ротора методом магнитных цепей / Б.К. Попов, В.Ю. Карандей // свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU № 2008614047, зарегистрировано 30.06.2008 г.

19. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М. : Стандартинформ, 2014. – 19 с.

20. Коновалова Л.Л., Рожкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: Учеб. пособие для техникумов. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

21. Ермилов А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 208 с.

Literature:

1. Ancharova T.V., Stebunova E.D., Rashevskaya M.A. Power supply and electrical equipment of buildings and structures. – М. : Forum, National Research Centre INFRA-M, 2012. – 416 p.

2. Fedorov A.A., Kameneva V.V. Fundamentals of power supply of the industrial enterprises: Textbook for universities. – 4-th edition, revised enlarged. – М. : Energoatomizdat, 1984. – 472 p.

3. Karandey V.Y. Controlled cascade electric drive with a liquid current collector / V.Y. Karandey, B.K. Popov // Patent for the invention № 2461947 registered 20.09.2012.

4. Afanasiev V.L. Controllable cascade electric drive / V.L. Afanasiev, V.Y. Karandey, B.K. Popov // Useful model patent RU 191959 U1, 28.08.2019, application number 2019111630 dated 16.04.2019.

5. Karandey V.Y. Current-carrying device / V.Y. Karandey, B.K. Popov // Patent for invention № 2370869 registered 30.06.2008.

6. Karandey V.Yu. Signaling current collector device / V.Yu. Karandey, B.K. Popov, Yu. Karandey, V.L. Afanasyev // Patent for invention No. 2601958 dated July 27, 2015, registered on 18.10.2016.

7. Karandey V.Y., Afanasiev V.L. Mathematical modeling of special electric drives for the equipment of oil and gas branch // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University [Electronic resource]. – 2017. – № 08(132). – P. 926–940. Doi: 10.21515/1990-4665-132-072.
8. Determination of magnetic parameters of the stator component model of the controlled asynchronous cascade electric drive of axial design / V.Yu. Karandei [et al.] // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University [Electronic resource]. – 2017. – № 10(134). – P. 1135–1151. Doi: 10.21515/1990-4665-134-092.
9. Karandei V.Yu. Determination of magnetic parameters of the stator model of the component stator of the controlled asynchronous cascade electric drive of cylindrical design / V.Yu. Karandei [et al.] // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University [Electronic resource]. – 2017. – № 09(133). – P. 1231–1248. Doi: 10.21515/1990-4665-133-105.
10. Research dynamics of change of electromagnetic parameters of controlled special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon-2019). – 2019. – P. 8934751. Doi: 10.1109/FarEastCon.2019.8934751.
11. Research and analysis of force and moment of the cascade asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science electronic edition. Saint-Petersburg Mining University. – 2018. – Vol. 194. – Vol. 5. – 052009, doi:10.1088/1755-1315/194/5/052009.
12. Optimization of parameters of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 327. – 052002, doi:10.1088/1757-899X/327/5/052002.
13. Research of electrical power processes for optimum modeling and design of special electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // Advances in Engineering Research conference proceedings. – 2018. – Vol. 157. – P. 242–247. doi:10.2991/aime-18.2018.47.
14. Research of electromagnetic parameters for improvement of efficiency of special electric drives and components / V.Yu. Karandey [et al.] // 5th International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies 2019. –P. 69–74. Doi: 10.1109/PGSRET.2019.8882689.
15. Karandey V.Yu., Popov B.K., Afanasyev V.L. Research of change of parameters of a magnetic flux of the stator and rotor of special electric drives // 2018 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). – 2018. – P. 8602911. Doi: 10.1109/FarEastCon.2018.8602911.
16. Determination of power and moment on shaft of special asynchronous electric drives / V.Yu. Karandey [et al.] // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 327. – 052003. doi:10.1088/1757-899X/327/5/052003.
17. Popov B.K. Program for calculation of stator and rotor currents in the cascade electric drive / B.K. Popov, V.Y. Karandey // Registration certificate for the computer program RU № 2008614048, registered 30.06.2008.
18. Popov B.K. Program for the calculation of the magnetic system of the rotor by the magnetic circuit method / B.K. Popov, V.Y. Karandey // Registration certificate of the computer program RU No. 2008614047, registered on 30.06.2008.
19. GOST 32144-2013 Electrical power. Electromagnetic compatibility of technical means. Quality standards for electric energy in general-purpose power supply systems. – M. : Standardinform, 2014. – 19 p.
20. Konovalova L.L., Rozhkova L.D. Electric power supply of industrial enterprises and installations: Textbook for technical colleges. – M. : Energoatomizdat, 1989. – 528 p.
21. Ermilov A.A. Fundamentals of an electrical supply of the industrial enterprises. – M. : Energoatomizdat, 1983. – 208 p.

СУЩНОСТЬ МУЗЫКИ В АНТИЧНОЙ ФИЛОСОФИИ

THE ESSENCE OF MUSIC IN ANCIENT PHILOSOPHY

Колбасина Алина Витальевна

студентка специальности экономическая безопасность,
Кубанский государственный технологический университет
kolbasinalina@yandex.ru

Оплетаева Олеся Николаевна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
opleole@gmail.com

Аннотация. Описываются различные взгляды на влияние музыки на физиологическое и психологическое состояние человека. Поднимается вопрос понимания музыки через различные подходы в изучении ее природы.

Ключевые слова: философия звука, мифология, музыка Космоса, макрокосм, микрокосм, гармония, музыковедение, онтология музыки.

Kolbasina Alina Vitalievna

Student specialty economic security,
Kuban State Technological University
kolbasinalina@yandex.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. Various views of research on the influence of music on the physiological and psychological state of a person are described. The question of understanding music through different approaches in the study of its nature is raised.

Keywords: philosophy of sound, mythology, space music, macrocosm, microcosm, harmony, musicology, music ontology.

Не только в современной культуре музыка занимает значительное место, но и в прошлом она была неотъемлемой частью жизни многих народов. Исторически природа музыка была предметом философских изучений, однако в разные эпохи понималась по-разному. На данный момент нельзя дать точное определение сущности музыки, так как отсутствие четких устойчивых границ позволяет расширять это понятие за счет его междисциплинарности.

Онтология музыки рассматривалась философами с помощью различных подходов, опирающихся на рациональное и иррациональное. В первую очередь изучались вопросы возможности познания человеческого бытия через музыку, о воздействии музыки на различные сферы жизни человека. Философия музыки синтезирует в себе несколько наук, относящихся к областям музыковедения, философии, социологии, психологии, культурологи, а так же математики [1].

Существует несколько концепций происхождения музыки, опирающиеся на мифологические, философские и научные теории, которые тесно связаны между собой.

Появление музыки путем божьего волеизъявления было отражено в мифах многих народов [2]:

- по версии ацтеков, боги неба и воздуха позаимствовали музыку у Солнца, которая чудесным образом пробудила жизнь на земле: фрукты начали созревать, трава и цветы – зеленеть и распускаться;

- японская мифология так же связана с солнцем. Богиня радости и счастья исполняла энергичные песни и танцы для оживления интереса солнечного бога;

- согласно христианству, музыка на Землю пришла через Игнатия (епископ Антиохийский), который был перенесен в Рай, где видел два хора ангелов, воспевающих Бога;

- поздние священные писания иудаизма настаивают на том, что музыка, данная миру Джубалом (потомок Каина), может иметь негативное влияние на человека из-за приписанных ей магических влияний, сравниваемых с Сатаной;

- древнегреческая мифология описывает появление музыки путем создания музыкальных инструментов (лиры, свирели, флейты) различными богами и музами. По одному из сказаний, лира Орфея после его смерти стала созвездием на небе, откуда продолжала играть и дарить свою музыку Миру.

Можно заметить, что во многих народах музыка была связана не только с богами, духами и ангелами, но и с различными небесными телами и космосом в целом. Это послужило развитием мысли о том, что музыка есть явление настолько же древнее, насколько и наша планета.

Пифагор был уверен, что музыка рождается за пределами Земли, в самом Космосе, благодаря Космической Гармонии Сфер. Считалось, что «человеческая музыка» способна создать порядок во внутреннем мире человека ровно так же, как и «мировая музыка» создает гармонию и порядок в космосе. В их представлении музыка человека была зависима от музыки Космоса, как и человек был подчинен Космосу.

Гармония, по представлениям пифагорейской школы, неразрывно связана с математикой, так как гармоничное движение сфер рождает благозвучие, рассчитанное как отношения скорости и расстояния и выраженное в числовых консонансах.

В «Государстве» Платон впервые описывает небесную «гармонию» в виде восьми разновысотных звуков со звездами, планетами и спутниками [3, 616b–617d]. В продолжение этой теории, Бозций связал звучание небесных тел со струнами кифары, обеспечив связь «музыки мира» с музыкой инструментальной, то есть тем смыслом музыки, который понимается многими из нас.

Можно предположить, что наука не связана с музыкой хотя бы потому, что они имеют совершенно разные подходы в изучении, а интерпретация имеет рациональный и иррациональный характер соответственно. Однако составляющие музыку звуки являются, в первую очередь, звуковыми волнами, которые являются предметом для изучения раздела физики – акустики. Подобная трактовка музыки позволяет изучить ее физическое и психологическое влияние на человека.

Иные составляющие музыки, такие как ритм, темп, тональность, симметрия, которые повсеместно встречаются нами, но с точки зрения биологии: ритм биения сердца, симметрия тел, темп движения и так далее. Такие закономерные сходства еще больше сближают музыку и науку

В общем же виде вся информация о музыке исследуется в музыковедении, где рассматриваются концепции происхождения, а так же различные подходы в изучении, взаимосвязь с культурным становлением общества, воздействие на мировоззрение человека, взаимоотношение музыки с другими видами искусства и отраслями науки.

Философия как консолидация всех предыдущих наук объединила в себе и мнения касательно происхождения музыки, разделив на музыку универсума (макрокосм) и музыку человеческого бытия (микрокосм) [4]. В разделе эстетики исследуются наиболее фундаментальные вопросы влияния философии музыки на различные аспекты жизни человека: от физических до культурологических и социальных явлений.

Мнение ученых относительно происхождения музыки не было однозначным, но, тем не менее, многие сходились на мысли о ее двойственной природе : соединение рационального с иррациональным. С одной стороны, у нас есть возможность изучить музыку через язык символов и знаков, представленных в виде нот, ритма, составляющих звуков, которые в своей совокупности несут информацию слушателю. С другой же стороны, музыка делает огромный упор на чувственную составляющую, на воображение и интуицию слушателя. Успех восприятия может обеспечить только внутреннее содержание мелодии, ее душа, ее мысли, которые следует читать «между строк» как отмечают Корсакова Л.В. и Оплетева О.Н. в своей работе о философии звука [5, с. 900].

Таким образом, музыку невозможно считать однозначным феноменом, так как различные концепции происхождения музыки ссылаются на противоречивые по своей сути подходы в ее изучении. Подчиняясь общим законам математики и физики, музыка оказывает всестороннее влияние на жизнь человека, которое заключается как в духовном, так и в физическом воздействии.

Литература:

1. Корсакова Л.В., Оплетева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.
2. Крыхтина С.Ю. Мифологическая научность в музыкальном образовании античности // Материалы XXXIII международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития современного образования в контексте его историко-педагогической интерпретации» [Электронный ресурс]. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=44448810> (дата обращения : 17.04.2021).
3. Платон. Государство. Книга X [пер. с древнегреч. А.Н. Егунова]. – М. : Изд. АСТ. – 2020. – С. 448.
4. Тодорова Н.В. Философский анализ природы музыки // Известия Алтайского государственного университета [Электронный ресурс]. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=15506632> (дата обращения : 18.04.2021).
5. Корсакова Л.В., Оплетева 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. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.
2. Krykhtina S.Yu. Mythological science in musical education of antiquity // Proceedings of XXXIII International Scientific-Practical Conference «Problems and prospects of modern education in the context of its historical and pedagogical interpretation». [Electronic resource]. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=44448810> (reference date : 17.04.2021).
3. Plato. The State. Book X [translated from ancient Greek by A.N. Egunov]. – M. : Publishing house AST. – 2020. – P. 448.
4. Todorova N.V. Philosophical analysis of the nature of music // Proceedings of the Altai State University [Electronic resource]. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=15506632> (date of reference : 18.04.2021).
5. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: 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.

СЕМАНТИКА ГОРОДА: ТРАДИЦИИ АНТИЧНОСТИ

SEMANTICS OF THE CITY: TRADITIONS OF ANTIQUITY

Коломиец Марина Николаевна

студентка специальности экономическая безопасность,
Кубанский государственный университет
marikoll@mail.ru

Оплетаева Олеся Николаевна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
opleole@gmail.com

Аннотация. Рассмотрено определение «город» в семиотическом аспекте. Показано, что в целом всё многообразие жизнедеятельности населения города, а также его традиции подчиняются означивающей деятельности человеческого сознания.

Ключевые слова: философия города, комфортность городской среды, благоустройство городского пространства, городская культура, торговля.

Kolomiets Marina Nikolaevna

Student specialty economic security
Kuban State Technological University
marikoll@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. It consider the definition of «city» in the semiotic aspect. It is shown that in general, all the diversity of the city's population's life activity, as well as its traditions, is subject to the signifying activity of human consciousness.

Keywords: philosophy of the city, comfort of the urban environment, improvement of urban space, urban culture, trade.

Продолжая изучать преимущества семиотического подхода для исследования самых разных феноменов культуры [1], в данной статье применим его к городу, городской среде. Очевидно, что многовековое осмысление города как некоего феномена развивающейся цивилизации и места социальнокультурных достижений подвигает философскую мысль на формирование концепций, объясняющих смысл и название городского пространства в жизни всего населения.

Раньше центром всей городской жизни (и географически и культурно) был рынок, на котором продавались различные товары, начиная от фруктов, заканчивая рабами. Рынок, был центром, где оглашались какие-либо новости города. Здесь же награждали различными грамотами, а также и могли публично казнить за какой-либо проступок. Таким образом, основные с точки зрения онтологии атрибуты городской среды [2] – пространство, время – связываются с гораздо более широким означиванием. Это не просто место в городе, где нужно быть в определённое время! Это в то же время «место силы», или «позора», или

«лобное место», «место под солнцем», где возможно «расставить всё по своим местам» и кого-то «поставить на место».

Возникнув в Древнем мире, рабовладельческое общество достигло своего наиболее полного, завершённого развития в древнем мире в Древней Греции и в Древнем Риме в I тысячелетии до нашей эры. В древнем рабовладельческом обществе материальное производство сделало значительный шаг вперед: постепенно совершенствовались орудия труда, применявшиеся в сельском хозяйстве, значительно возросла роль ремесла. Древние греки стали основателями не только европейской философии, литературы, искусства, науки, но и торговли и предпринимательства.

В результате развития обмена в античной Греции появились первые металлические деньги и торговля как особая сфера деятельности. Появление купеческого класса ознаменовало третье крупное общественное разделение труда. В древнем мире товарно-денежные отношения, прежде всего связанные с обслуживанием внешней торговли, достигли очень высокого уровня. Наряду с торговлей развивалось ростовщичество, которым занимались трапезники – владельцы меняльных лавок.

Можно сказать, что в период античного рабовладения меновое хозяйство получило дальнейшее развитие, возникли первые формы капитала: купеческий и ростовщический, широко стали применяться металлические деньги. Это даже дало возможность некоторым западным историкам, например, Э.Мейеру, выдвинуть теорию античного капитализма.

Причиной разложения рабовладельческого общества явилась низкая производительность труда рабов, отсутствие у них трудовых стимулов, что тормозило дальнейшее развитие производства. Рабство превратило физический труд в постыдное занятие. Мелкие свободные производители, не способные выдержать конкуренцию с рабовладельческими хозяйствами также разорялись. Восстания рабов, переплетаясь с борьбой мелких крестьян и набегами варваров, ускорили падение Римской империи.

Античная культура возникла в условиях рабовладения, когда мировоззрение человека укладывалось в мифологическое мышление. Толчком для развития культуры, особенно науки и искусства, стало наличие элементарных естественнонаучных знаний и письменности; все это есть особенности античной культуры.

В эпоху Просвещения, когда человечество повернулось лицом к науке, стали появляться научные работы частных лиц, где обобщался опыт греческих и римских открытий. В конце XVIII – начале XIX века античным наследием стали заниматься уже государства: разрабатывались и финансировались целые проекты по античным исследованиям. Проводились раскопки, организовывались музеи, создавались первые научные труды об античной культуре, особенно искусстве. Непрестанный интерес к вопросам античности, пронесенный через XIX век, сохранился и в веке XX: и сейчас продолжается всестороннее изучение античности. И все-таки до сих пор многие антиковеды полагают, что история античной культуры, в частности искусства, еще не написана [3].

Греки называли рыночную площадь *агора*; на агоре собирался не только торговый люд, но и народные, судебные и военные собрания свободных граждан. По краям площади размещались общественные и культовые здания, а также торговые лавки. Афинская агора приняла свой характерный вид во времена Перикла. В гомеровскую эпоху греческая агора, представлявшая собой открытое, не имевшее регулярной планировки место в центре античного города, служила также для отправления религиозных культов, здесь вершились суды базилевсов и собиравались народные собрания. Начиная с V века до н.э., рыночные площадки постепенно превращаются в строго симметричную площадь, окружённую колоннадой с пропилеями [4].

Римский форум, где также осуществлялась рыночная торговля, располагался, по преимуществу, в центре пересечения главных городских улиц и подобно эллинистическим городам, представлял собой комплекс храмов, зданий общественного назначения,

фонтанов, ораторских трибун, украшенных портиками, рельефами и статуями. Преобладала тенденция к созданию в городах отдельных площадей для проведения народных собраний и рыночных площадей, главным образом, с целью выделить рынки для торговли продуктами. Этого требовал ещё Аристотель. На рынках всегда присутствовали *агораномы* – рыночные надсмотрщики, должностные лица с полицейскими функциями, проводившие надзор за повседневной деятельностью рынков. Коллегия агорономов, состоявшая из 10 членов, избиралась обычно сроком на один год. Большое количество остатков рынков было обнаружено во время археологических раскопок в Афинах, Милете, Риме и Помпеях.

Резюмируя сказанное, можно сделать вывод о том, что город в античной философии представлен различным рядом определений. Рынки были центральным элементом городской жизни в самых разных аспектах – хозяйственном, информационном, культурном, административно-правовом. Сюда стекались новости со всех окрестных мест; здесь жители не только покупали нужные им товары, а ремесленники и торговцы продавали свои изделия [5]. На рыночных площадях формировалось общественное мнение, выступали риторы и философы, проводились городские собрания. На рынках осуществлялся не только товарообмен между производителями и потребителями, но и формировались цены, выявлялся текущий и будущий спрос, кристаллизовались правила торговли. В городе развивалась культура, искусство, наука. С каждым годом происходило усовершенствование всего города.

Литература:

1. Корсакова Л.В., Оплетаяева 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.
2. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб.пособие. – Краснодар : Изд КубГТУ, 2018. – 106 с.
3. Орешкин Д.Б. Философия города // Знамя. – 2015. – № 6. – С. 172–184.
4. Философия : учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.М. Хрусталев. – М. : Издательский центр «Академия», 2015.
5. Аксельрод Г.М., Генисаретский О.И. Город как объект системного проектирования // Проблемы исследования систем и структур. – М., 2016. – С. 169–175.

Literature:

1. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: semiotic approach in music education // Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference «Philological and socio-cultural issues of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.
2. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd KubGTU, 2018. – 106 p.
3. Oreshkin D.B. Philosophy of the city // Znamya. – 2015. – № 6. – P. 172–184.
4. Philosophy : textbook for students of higher education / Y.M. Khrustalev. – M. : Publishing Center «Academy», 2015.
5. Axelrod G.M., Genisaretsky O.I. The city as an object of systemic design // Problems of Systems and Structures Research. – M., 2016. – P. 169–175.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ**

**MATHEMATICAL MODELING OF TEMPERATURE FIELDS DURING
THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS**

Коренева Ольга Владимировна

доцент кафедры «Прикладной математики»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
o.koreneva29@mail.ru

Морсков Павел Вячеславович

студент кафедры «Строительных конструкций»
института «Строительства и транспортной инфраструктуры»,
Кубанский государственный технологический университет
emv2000@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены ключевые моменты прогнозирования температурных полей в грунтах и строительных конструкциях при проектировании и строительстве зданий.

Ключевые слова: моделирование, математическая модель, строительство, конструкции, температурные поля.

Koreneva Olga Vladimirovna

Assistant Professor Department of «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University
o.koreneva29@mail.ru

Morskov Pavel Vyacheslavovich

Student Department of «Building structures»,
Institute of Construction and Transport Infrastructure,
Kuban State Technological University
emv2000@yandex.ru

Annotation. That is why this article will cover the key points of creating modern building structures.

Keywords: modeling, mathematical model, construction, constructions, temperature fields.

Прогнозирование температурных полей в грунтах и строительных конструкциях, примыкающих к ним, – является сложной теплотехнической задачей. Это объясняется неоднородностью типов грунтов, их теплотехническими свойствами, а так же наличием «фазовых переходов» при их промерзании. Зачастую при проектировании и строительстве зданий необходимо определять температурное поле грунтов вблизи здания, где имеется его тепловое влияние. Для решения этих проблем специалисты прибегают к математическому моделированию, ведь 21 век знаменуется стремительным использованием прикладных возможностей математики, и эта наука по праву занимает доминирующую роль в мировом научно-техническом прогрессе. Многочисленные виды моделей нашли широкое применение для предварительного анализа, планирования и поиска эффективных форм организации, планирования и управления строительством.

Современное строительство как системный объект характеризуется высокой степенью сложности, динамичностью, вероятностным характером поведения, большим числом составляющих элементов со сложными функциональными связями и другими особенностями. Моделирование дает возможность проводить эксперименты, анализировать конечные результаты не на реальной системе, а на ее абстрактной модели и упрощенном представлении-образе, привлекая, как правило, для этой цели ЭВМ. Например, при готовом чертеже моста проверить его прочность быстрее и выгоднее математическим методом нежели строить его в натуральную величину и при прохождении по нему автотранспорта следить за его состоянием или построить его уменьшенную натуральную модель, которую возможно испытать в лабораторных условиях.

При математическом моделировании температурных полей проведен анализ влияния зон, в которых не происходит перехода вещества из одной термодинамической фазы в другую при изменении внешних условий вовсе, и зон с внутренними источниками (стоками) тепла на распределение температурного поля во всей области. Такие задачи возникают при строительстве зданий со свайным фундаментом и при использовании термостабилизаторов. Термостабилизатор – это парожидкостное устройство для охлаждения грунтов, представляющее собой металлическую герметично запаиваемую, заправленную хладагентом трубку диаметром от 36 до 57 мм, длиной от 6 до 10 м и более, состоящее из конденсатора с оребрением (надземной части длиной в пределах 1–2.5 м) и испарителя (подземной части длиной от 5 до 9 м и более). Работа осуществляется без внешних источников питания, только за счет законов физики – переноса тепла вследствие испарения в испарителе хладагента и его поднятия в конденсаторную часть, где пар конденсируется, отдавая тепло, и стекает по внутренним стенкам трубы вниз. Графическое изображение верхней границы расчетной области для здания со свайным фундаментом и термостабилизаторами приведено на рисунке 1.

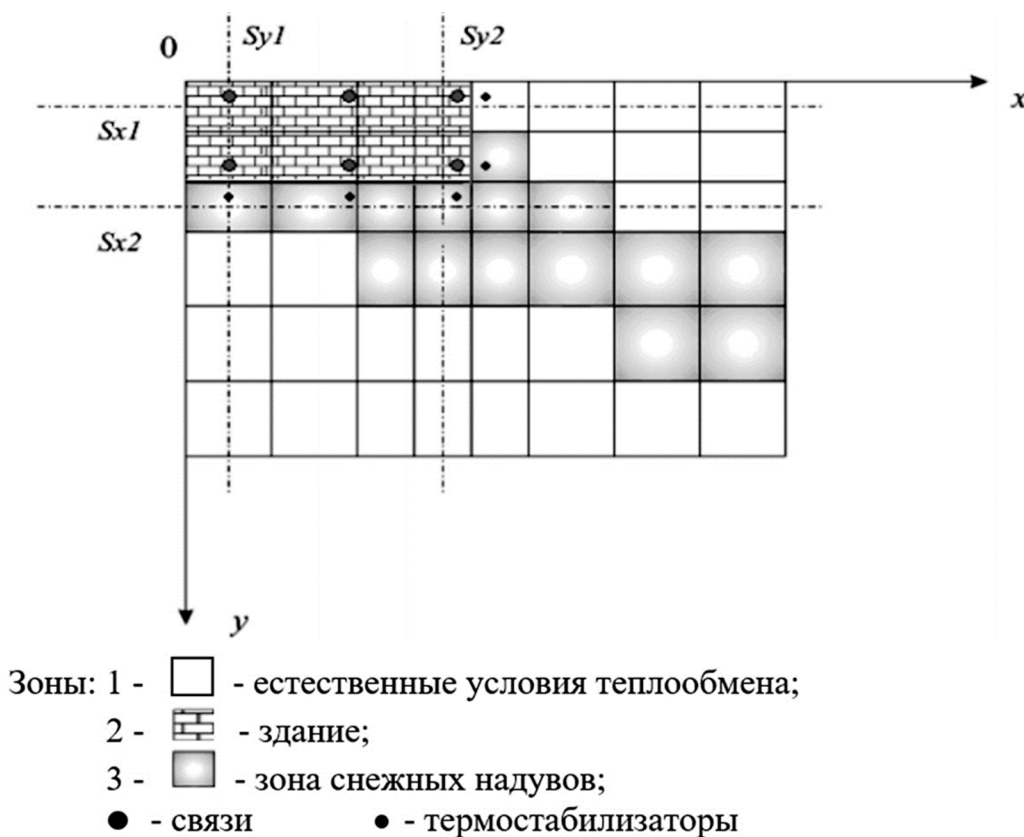


Рисунок 1 – Верхняя граница расчетной области для здания со свайным фундаментом и термостабилизаторами

Для использования источникового члена в методе контрольного объема необходимо найти s – среднее значение функции $S(x, y, z, t)$ по контрольному объему. В результате усреднения имеем

$$\bar{s} = \frac{1}{\Delta V} \iiint_{\Delta V} s(x, y, z, t) dV = \frac{s_0(t)}{\Delta V} \int_w^e \delta(x-x_0) dx \int_s^n \delta(y-y_0) dy \int_b^t I_{[0, z_0]}(z) dz =$$

$$= \frac{s_0(t)}{\Delta V} \int_{w_{k-1}^z}^{w_k^z} I_{[0, z_0]}(z) dz = \begin{cases} \frac{s_0(t)}{\Delta V} h_k^z, & w_k^z \leq z_0, \\ \frac{s_0(t)}{\Delta V} \Delta z_0, & w_k^z > z_0. \end{cases}$$

В задаче рассматривается простой тип термостабилизаторов : прямой, без изменения формы для теплоотвода. Предполагается, что у здания нет вентилируемого подполья, поэтому термостабилизаторы находятся вне границы здания. Предложенная методика позволяет осуществлять единый подход к проведению тепловых расчетов грунтов оснований для принятия проектных решений по обеспечению устойчивости и эксплуатационной надежности оснований и фундаментов геотехнических сооружений. Использование методики повысит надежность, безопасность и экономичность эксплуатации фундаментов зданий и сооружений благодаря разработке математического аппарата для проведения прогноза температурного состояния грунтов, повышению обоснованности и качества проектных решений.

Литература:

1. Портнова А.С., Шарикова Д.В., Егорова И.П. Математическое моделирование и методы оптимизации в организации строительства // Научный электронный журнал «Матрица научного познания». – 2019. – № 4. – С. 23–30.
2. Литвинова Ю.С., Максименко-Шейко К.В., Шейко Т.И. Математическое и компьютерное моделирование строительных конструкций на основе R-функций // Научный журнал «Прикладная математика». – 2014. – Т. 17. – № 3. – С. 45–52.

Literature:

1. Portnova A.S., Sharikova D.V., Egorova I.P. Mathematical modeling and optimization methods in construction organization // Scientific electronic journal «Matrix of scientific knowledge». – 2019. – № 4. – P. 23–30.
2. Litvinova Y.S., Maksimenko-Sheiko K.V., Sheiko T.I. Mathematical and computer modeling of building structures based on R-functions // Scientific journal «Applied Mathematics». – 2014. – V.17. – № 3. – P. 45–52.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЦЕПТУР**

**APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING METHODS
TO OPTIMIZE RECIPES**

Коренева Ольга Владимировна

доцент кафедры «Прикладной математики»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
o.koreneva29@mail.ru

Гриденко Анастасия Сергеевна

студент кафедры «Отраслевого и проектного менеджмента»
института «Экономики, управления и бизнеса»,
Кубанский государственный технологический университет
gridenkonasta@gmail.com

Аннотация. Описаны методы математического моделирования для оптимизации рецептов средств для формирования и фиксации прически, приведены математические методы изучения многокомпонентных систем.

Ключевые слова: оптимизация, математическое моделирование, рецептура, многокомпонентные системы.

Koreneva Olga Vladimirovna

Assistant Professor Department of «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban state technological University
o.koreneva29@mail.ru

Gridenko Anastasia Sergeevna

Student of the Department of «Industry and Project Management»,
Institute of «Economics, Management and Business»,
Kuban state technological University
gridenkonasta@gmail.com

Annotation. Methods of mathematical modeling are described for the optimization of formulations of means for the formation and fixation of hairstyles, mathematical methods for studying multicomponent systems are give.

Keywords: optimization, mathematical modeling, recipe, multicomponent systems.

Для оптимизации рецептов средств для формирования и фиксации прически применяется метод симплексных решеток Шеффе [1]. При изучении свойств смеси, зависящих только от соотношений компонентов, факторное пространство представляет собой правильный $(q-1)$ -мерный симплекс. Для систем выполняется соотношение

$$\sum_{i=1}^q x_i = 1, \quad (1)$$

где $x_i \geq 0$ – концентрация компонента; q – количество компонентов.

При $q = 3$ правильный симплекс – равносторонний треугольник. Каждая точка треугольника отвечает одному отдельному составу тройной системы и, наоборот, каждый состав представляется одной определенной точкой. Вершины треугольника соответствуют чистым веществам, стороны – двойным системам. При планировании эксперимента для решения задач на диаграммах состав – свойства предполагается, что изучаемое свойство является непрерывной функцией аргументов и может быть с достаточной точностью представлено полиномом неполного третьего порядка для трехкомпонентной смеси

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3, \quad (2)$$

Использование методов планирования эксперимента позволяет значительно сократить объем эксперимента при изучении многокомпонентных систем. При этом сохраняется возможность графической интерпретации результатов. В настоящее время наибольшее применение получили симплекс – решетчатые планы Шеффе, с помощью которых и была построена матрица планирования экспериментов. Эти планы обеспечивают равномерный разброс экспериментальных точек по $(q-1)$ -мерному симплексу. Графическое изображение матрицы планирования эксперимента приведено на рисунке 1.

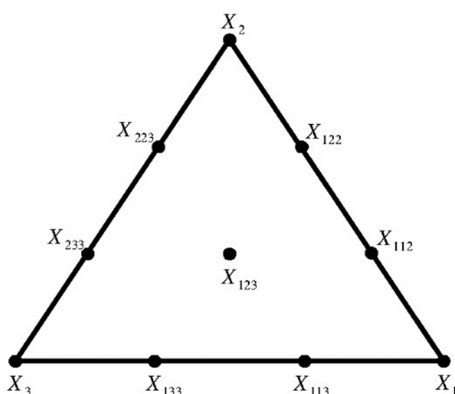


Рисунок 1 – Графическое изображение симплекс-решетчатого плана для полинома третьего порядка

Симплекс-решетчатый план третьего порядка для трехкомпонентной смеси представлен в таблице 1. После определения коэффициентов уравнения регрессии необходимо провести статистический анализ полученных результатов: проверить адекватность уравнения и построить доверительные интервалы значимости отклика, предсказываемые по уравнению регрессии [2]. Для проверки адекватности ставят опыты в дополнительных точках, так называемых контрольных точках.

Таблица 1 – Симплекс-решетчатый план третьего порядка для трехкомпонентной смеси

Номер опыта	Факторы эксперимента в кодированных величинах			Функция свойства Y_i
	x_1	x_2	x_3	
1	1	0	0	Y_1
2	0	1	0	Y_2
3	0	0	1	Y_3
4	2/3	1/3	0	Y_{112}
5	1/3	2/3	0	Y_{122}
6	0	2/3	1/3	Y_{223}
7	0	1/3	2/3	Y_{233}
8	2/3	0	1/3	Y_{113}
9	1/3	0	2/3	Y_{133}
10	1/3	1/3	1/3	Y_{123}

Число контрольных точек и их координаты связаны с постановкой задачи и особенностями эксперимента. Точность предсказания отклика неодинакова в различных точках симплекса. Дисперсию предсказанного значения отклика $S_{\hat{y}}^2$ можно определить по закону накопления ошибок.

Если число параллельных опытов во всех точках плана одинаково, т.е. $n_i = n_{ij} = n$, все формулы для $S_{\hat{y}}^2$ примут вид

$$S_{\hat{y}}^2 = S_y^2 \frac{\xi}{n}. \quad (3)$$

Так как ξ зависит только от состава смеси, для трехкомпонентной смеси можно заранее построить линии равного значения ξ . Зная дисперсию воспроизводимости, число параллельных опытов n , легко найти ошибку предсказанных значений отклика.

Проверку адекватности проводят в каждой контрольной точке. Для этого рассчитывают значение t – распределение Стьюдента

$$t = \frac{\Delta y}{\sqrt{S_{\hat{y}}^2 + S_y^2}} = \frac{\Delta y \sqrt{n}}{S_y \sqrt{1 + \xi}}, \quad (4)$$

где $\Delta y = |\bar{y}_{\text{эксп}} - y_{\text{расчет}}|$; n – число параллельных опытов в каждой точке.

Величина t , распределения по закону Стьюдента, сравнивается с табличным значением $t_{p/2l}(f)$, p – уровень значимости; l – число контрольных точек; f – число степеней свободы дисперсии воспроизводимости.

Гипотеза об адекватности уравнения принимается, если $t_{\text{экс}} < t_{\text{табл}}$ для всех контрольных точек.

Литература:

1. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии : Учеб. пособие; 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1985. – 327 с.
2. Методы математического моделирования технических и технологических процессов : учеб. пособие / Л.М. Данович [и др.]. – Краснодар : Кубанский гос. техн. ун-т, 2018. – 236 с.
3. Коренева О.В., Тарасов В.Е. Комплексная методика оценки потребительских свойств средств по формированию и фиксации прически // XVI Международная научно-практическая конференция «Косметическая индустрия: взгляд в будущее». – Москва, 24–26 октября 2011. – конференц-зал «НАТИ».

Literature:

1. Ahnazarova S.L., Kafarov V.V. Optimization of experiments in chemistry and chemical technology: Textbook; 2nd edition, revised, revised. – M. : Vyssh. shk. 1985. – 327 p.
2. Methods of mathematical modeling of technical and technological processes : manual / L.M. Danovich [et al.]. – Krasnodar : Kuban State Technical University, 2018. – 236 p.
3. Koreneva O.V., Tarasov V.E. Complex method of evaluation of consumer properties of means for formation and fixation of hair // XVI International Scientific and Practical Conference «Cosmetic industry: a look into the future». – Moscow, 24–26 October 2011. – Conference hall NATI.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
И МЕТОДЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

**MATHEMATICAL MODELING OF BUILDING STRUCTURES
AND METHODS OF ORGANIZING CONSTRUCTION**

Коренева Ольга Владимировна

доцент кафедры «Прикладной математики»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
o.koreneva29@mail.ru

Попова Елена Сергеевна

студентка кафедры «Строительных конструкций»
института «Строительства и транспортной инфраструктуры»,
Кубанский государственный технологический университет
lenalenna@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены ключевые моменты создания современных строительных конструкций.

Ключевые слова: моделирование, математическая модель, строительство, конструкции, линейное программирование, универсальная модель.

Koreneva Olga Vladimirovna

Assistant Professor Department of «Applied Mathematics»,
Institute of «Fundamental Sciences»,
Kuban state technological University
o.koreneva29@mail.ru

Popova Elena Sergeevna

Student Department of «Building structures»,
Institute of Construction and Transport Infrastructure,
Kuban state technological University
lenalenna@bk.ru

Annotation. That is why this article will cover the key points of creating modern building structures.

Keywords: modeling, mathematical model, construction, constructions, linear programming, universal model.

Современное строительство представляет собой сложную и ёмкую систему, в работе которой задействовано огромное количество человек. Для выполнения поставленной задачи в строительстве существует бесконечное число путей её решения, что придаёт некую неопределённость.

Моделирование – процесс разработки модели, которая в будущем будет иметь свойства оригинальной. Оно служит опорным пунктом и главным инструментом синтеза системы в строительстве, которые отвечают за анализ и оптимизацию разрабатываемого объекта. [1]

Именно поэтому система нуждается в поиске мощного аппарата математического моделирования для работы с уникальными, сложными зданиями и сооружениями. Методы организации строительства, прежде всего, включают в себя организационно-технологическое проектирование (ОТП). ОТП состоит из математических формул, таблиц, структурных правил и алгоритмов – всего того, что с лёгкостью понимает инженер-строитель.

Визуальные обследования широко распространены для оценки качества, эффективности и технического состояния конструкций при строительстве зданий и сооружений, особенно уникальных. Наряду с этим появляется необходимость в установлении надёжности воздвигаемых конструкций по внешним признакам. Как показывает практика, в процессе эксплуатации конструкций происходит циклическое изменение их надёжности, что связано с перераспределением нагрузки и изменением несущей способности в связи с различными повреждениями. При достижении конструкцией высшей степени надёжности можно наблюдать необратимые повреждения её каркаса: коррозионные повреждения, трещины, пластические деформации. [3]

Для разрешения подобной проблемы следует воспользоваться объектно-ориентированной системой, которая охватывает различные технологии, направленные на автоматизированное извлечение знаний и навыков из баз данных.

Только строгие расчёты смогут раскрыть эффективность математического моделирования. Рассмотрим подобную задачу.

Задача, относящаяся непосредственно к математическому моделированию: задан список районов, определить, где разместить противопожарные станции. Для каждого возможного места размещения станции известны связанные с этим затраты, а также множество районов, которые может обслуживать станция (оно определяется по времени прибытия пожарной бригады). Требуется выбрать места создания станций, чтобы все районы были «покрыты» и затраты на размещение станций минимальны.

1. Сначала приведем комбинаторную постановку задачи.

Пусть $M = \{1, \dots, m\}$ – множество районов;

$N = \{1, \dots, n\}$ – множество мест возможного размещения станций;

$S_j \subseteq M$ – множество районов, которые может обслуживать станция; размещенная в пункте $j \in N$;

c_j – стоимость размещения станции в пункте j .

2. Получаем задачу: $\text{Min} \{ \sum c_j : \cup S_j = M \}$.

3. Запишем формулировку проблемы в виде задачи булевого программирования.

Для этого введем матрицу инцидентности A , элементы которой $a_{ij} = 1$, если $i \in S_j$, и $a_{ij} = 0$ в противном случае.

Переменные $x_j = 1$, если станция размещена в пункте j , и $x_j = 0$ в противном случае.

4. Условия необходимости обслуживания каждого района запишем в виде: $\sum a_{ij} \cdot x_j \geq 1, i = 1, \dots, m$.

5. Целевая функция (функционал): $\min \{ x_j \} \sum c_j \cdot x_j$.

Решение задачи данного типа позволяет увидеть, необходимо вносить корректировки в план по строительству здания, сооружения или нет.

Таким образом, концепция математического моделирования заключается в предоставлении возможности инженеру проверить результат своей работы с помощью интегрированной системы, полностью построенной на автоматике, а также правильно организовать строительство объекта. Без помощи математического моделирования невозможно выполнить запланированную работу грамотно и с наименьшими затратами.

Литература:

1. Портнова А.С., Шарикова Д.В., Егорова И.П. Математическое моделирование и методы оптимизации в организации строительства // Научный электронный журнал «Матрица научного познания». – 2019. – № 4. – С. 23–30.
2. Литвинова Ю.С., Максименко-Шейко К.В., Шейко Т.И. Математическое и компьютерное моделирование строительных конструкций на основе R-функций // Научный журнал «Прикладная математика». – 2014. – Т. 17. – № 3. – С. 45–52.

Literature:

1. Portnova A.S., Sharikova D.V., Egorova I.P. Mathematical modeling and optimization methods in construction organization // Scientific electronic journal «Matrix of scientific knowledge». – 2019. – № 4. – P. 23–30
2. Litvinova Y.S., Maksimenko-Sheiko K.V., Sheiko T.I. Mathematical and computer modeling of building structures based on R-functions // Scientific journal «Applied Mathematics». – 2014. – V. 17. – № 3. – P. 45–52.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУСКА ДВИГАТЕЛЯ СЕРИИ 4А3М ПРИ ПОНИЖЕННОМ
НАПРЯЖЕНИИ СЕТИ В КООРДИНАТАХ ОБОБЩЕННОГО ВЕКТОРА**

**MODELING THE START-UP OF A 4A3M SERIES ENGINE AT A REDUCED
MAINS VOLTAGE IN THE GENERALIZED VECTOR SPACE**

Коробейников Борис Андреевич

профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kba_ei@mail.ru

Оппаходжаев Алишер Максудович

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

Сидоров Дмитрий Игоревич

доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
d.i.sidoroff@gmail.com

Аннотация. Электродвигатель 4А3М с большой мощностью входит в определенную группу асинхронных двигателей, с наличием замкнутой системы воздушного охлаждения и короткозамкнутого ротора. Моделирование данного типа двигателя осложняется необходимостью учета эффекта вытеснения в цепи ротора, действие которого меняется по мере изменения скорости вращения.

Ключевые слова: релейная защита, трансформатор, оптимизация.

Korobeynikov Boris Andreevich

Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
kba_ei@mail.ru

Oppakhodjaev Alisher Maksudovich

Senior Teacher of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Annotation. The 4A3M electric motor with high power is included in a certain group of asynchronous motors, with the presence of a closed air-cooling system and a squirrel-cage rotor. Modeling this type of engine is complicated by the need to consider the displacement effect in the rotor circuit, the effect of which changes as the rotation speed changes.

Keywords: relay protection, transformer, optimization.

Пуск при пониженном напряжении применяется для пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором большой мощности, а также для двигателей средней мощности при недостаточно мощных электрических сетях. Понижение напряжения осуществляется включением в цепь обмотки статора на период пуска добавочных резисторов или реакторов. При этом на указанных аппаратах создаются некоторые падения напряжения U , пропорциональные пусковому току, вследствие чего к обмотке статора будет приложено пониженное напряжение $U_1 - U$. По мере увеличения частоты вращения ротора двигателя уменьшается э. д. с, индуцированная в обмотке ротора, а следовательно, и пусковой ток. В результате этого уменьшается падение напряжения U и автоматически возрастает приложенное к двигателю напряжение.

Схема замещения двигателя в координатах обобщенного вектора представлена на рисунке 1.

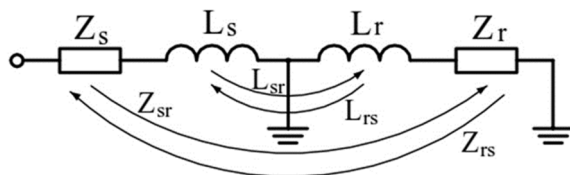


Рисунок 1 – Модель исследуемого агрегата в координатах обобщенного вектора

Моделирование проводилось при постоянном моменте сопротивления на валу 0,8 о.е. Осциллограмма изменения тока представлена на рисунке 2.

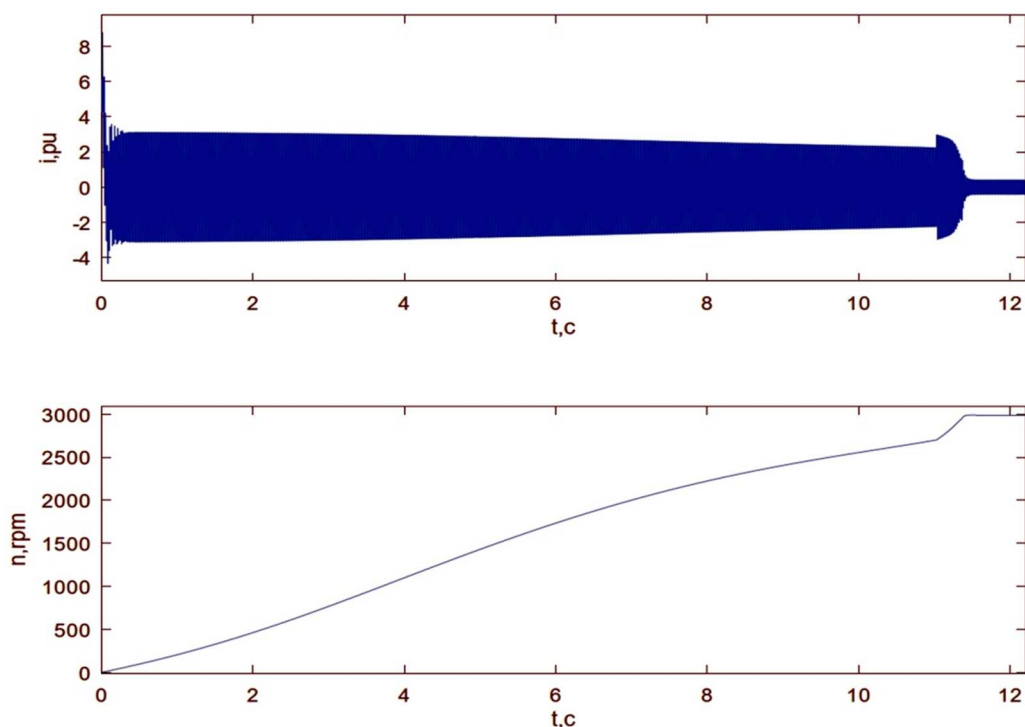


Рисунок 2 – Осциллограмма пуска двигателя при пониженном напряжении

Напряжение на двигателе в момент пуска составляло 60 % от номинального. При скольжении $s = 0,1$ напряжение питания 80 % от номинального, а при достижении скольжением значения 0,02 на двигатель было подано номинальное напряжение.

Осциллограмма тока в фазе А обмотки статора показала, что максимальное значение тока не превысило кратности 3, в то время как кратность пускового тока при прямом пуске составляет, согласно паспортным данным, 5,4. Следовательно, пуск на пониженном напряжении целесообразен для двигателей большой мощности.

Литература:

1. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 68–72.
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., Опшаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов XLI 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. Опшаходжаев [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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
9. Исследование параметров работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора Marelli MJH800 тсб 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. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 68–72.
2. Modelling of starting mode of deep-buttt induction motor in co-ordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Nauka. New generation. Success. Materials of 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. 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 Sys-

tems. Collection of 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 / B.A. Korobeinikov [et al.] // 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. 82–86.

5. Obtaining the frequency characteristics of static elements of electrical networks in the 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 polythematic 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 polythematic journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2017. – № 1. – P. 1–9.

8. Modeling of short-circuit on clamps of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Referatotech : Materials of International scientific-practical conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 73–77.

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

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В КООРДИНАТАХ ОБОБЩЕННОГО ВЕКТОРА**

**PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELS
OF POWER SUPPLY SYSTEMS IN THE GENERALIZED VECTOR SPACE**

Коробейников Борис Андреевич

профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kba_ei@mail.ru

Оппаходжаев Алишер Максудович

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

Сидоров Дмитрий Игоревич

доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
d.i.sidoroff@gmail.com

Аннотация. Цифровой двойник энергетической системы рассматривается в качестве основного инструмента ее интеллектуального управления и наладки. Однако, технологиям построения цифровых двойников, заимствуемым из машиностроительных отраслей, присущи характерные недостатки, такие как потребность в громоздких дорогостоящих программных инструментах, а также в больших вычислительных мощностях.

Ключевые слова: цифровой двойник, обобщенный вектор, наладка электрооборудования, автоматика.

Korobeynikov Boris Andreevich

Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
kba_ei@mail.ru

Oppakhodjaev Alisher Maksudovich

Senior Teacher of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Annotation. The digital twin of the energy system is considered as the main tool for its intelligent control and adjustment. However, technologies for constructing digital twins, borrowed from the engineering industries, have inherent disadvantages, such as the need for bulky, expensive software tools, as well as large computing power.

Keywords: digital twin, generalized vector, electric equipment adjustment, automation.

Концепция цифрового двойника относится к числу основополагающих в контексте четвертой промышленной революции. Цифровой двойник – это виртуальная копия технического объекта, достоверно воспроизводящая и задающая структуру, состояние и поведение оригинала в реальном времени.

Множество цифровых двойников можно разделить на 3 категории:

- прототип – виртуальный аналог реального физического объекта;
- экземпляр – данные, описывающие физический объект. Например, аннотированная трехмерная модель, сведения о материалах и компонентах изделия, информацию о рабочих процессах;
- агрегированный двойник – система, которая объединяет все цифровые двойники и их реальные прототипы, позволяя собирать данные и обмениваться ими в реальном времени;

Покажем преимущество применения модели в координатах обобщенного вектора [1, 2, 3] на примере модели асинхронного двигателя.

Пусть задана модель двухконтурного асинхронного двигателя в фазной системе координат [4, 5] (рис. 1).

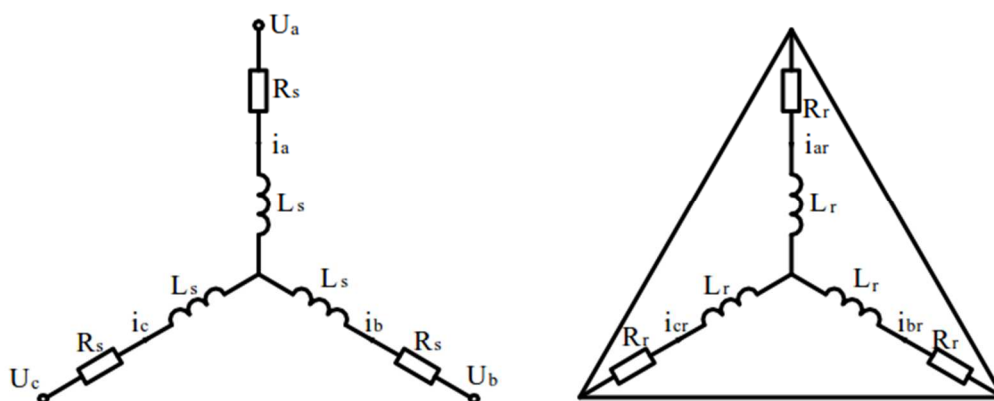


Рисунок 1 – Модель двухконтурного асинхронного двигателя в фазной системе координат

Используя переход от фазной системы координат к координатам обобщенного вектора [6, 7] можно получить уравнения для модели асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора (рис. 2).

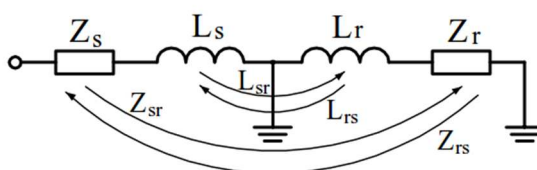


Рисунок 2 – Модель двухконтурного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора

Система уравнений, описывающих модель асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора, состоит из трех уравнений., в то время как модель асинхронного двигателя в фазной системе описывается девятью уравнениями. Также входное напряжение здесь представляет постоянную величину. [8] Таким образом, при применении моделей в координатах обобщенного вектора упрощается структура цифрового двойника системы электроснабжения, что позволяет более эффективно управлять ей в реальном времени, а также производить наладку устройств управления [9] и защиты без непосредственного выезда на объект.

Литература:

1. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 68–72.
2. Моделирование режима пуска глубокопазыного 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 XLI 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
9. Исследование параметров работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора Marelli MJH800 тсб 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. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 68–72.
2. Modelling of starting mode of deep-but induction motor in co-ordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Nauka. New generation. Success. Materials of 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. 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 Sys-

tems. Collection of 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 / B.A. Korobeinikov [et al.] // 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. 82–86.

5. Obtaining the frequency characteristics of static elements of electrical networks in the 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 polythematic 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 polythematic journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2017. – № 1. – P. 1–9.

8. Modeling of short-circuit on clamps of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Referatotech : Materials of International scientific-practical conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 73–77.

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

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНОВ СРАВНЕНИЯ
ДВУХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ
СЕТЕЙ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ**

**THEORETICAL BASES FOR FORMATION OF BODIES FOR COMPARING
TWO ELECTRIC VALUES OF RELAY PROTECTION DEVICES
OF MEDIUM VOLTAGE NETWORKS**

Коробейников Борис Андреевич

профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kba_ei@mail.ru

Оппаходжаев Алишер Максудович

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

Сидоров Дмитрий Игоревич

доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
d.i.sidoroff@gmail.com

Аннотация. Релейная защита является одним из основных видов автоматики в энергосистемах. Основная задача средств релейной защиты – осуществление непрерывного контроля над состоянием и режимом работы всех элементов энергосистемы, а также реагирование на возникновение повреждений и ненормальных режимов.

Ключевые слова: релейная защита, трансформатор, оптимизация.

Korobeynikov Boris Andreevich

Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
kba_ei@mail.ru

Oppakhodjaev Alisher Maksudovich

Senior Teacher of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Annotation. Relay protection is one of the main types of automation in power systems. The main task of relay protection means is to carry out continuous monitoring of the state and operating mode of all elements of the power system, as well as respond to the occurrence of damages and abnormal modes.

Keywords: relay protection, transformer, optimization.

В качестве промежуточных преобразователей сигналов [1, 2] использованы трансформатора с вращающимся магнитным полем [3, 4]. На рисунке 1 представлена общая схема, которая может формировать характеристику срабатывания в виде прямой либо окружности.

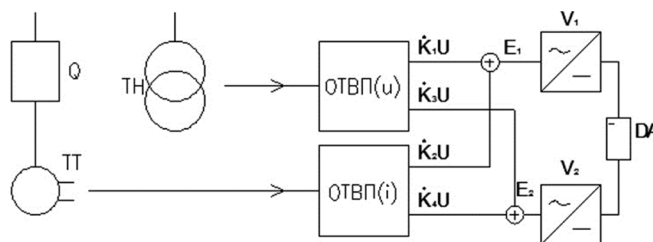


Рисунок 1 – Схема дистанционного органа

На выходе преобразователей формируются две сравниваемые величины :

$$\begin{aligned} \dot{E}_1 &= \dot{K}_1 U + \dot{K}_2 I; \\ \dot{E}_2 &= \dot{K}_3 U + \dot{K}_4 I; \end{aligned} \quad (1)$$

Условием срабатывания реле является [5, 6] :

$$|\dot{E}_1| = |\dot{E}_2|; \quad (2)$$

Или с учетом значений \dot{E}_1 , \dot{E}_2 и $\dot{Z} = \dot{U} / \dot{I}$:

$$|\dot{K}_1 \dot{Z} + \dot{K}_2| = |\dot{K}_3 \dot{Z} + \dot{K}_4|; \quad (3)$$

где

$$\dot{Z} = R + jX,$$

$$\begin{aligned} \dot{K}_1 &= K_1 \cos \varphi_1 + jK_1 \sin \varphi_1, \\ \dot{K}_2 &= K_2 \cos \varphi_2 + jK_2 \sin \varphi_2, \\ \dot{K}_3 &= K_3 \cos \varphi_3 + jK_3 \sin \varphi_3, \\ \dot{K}_4 &= K_4 \cos \varphi_4 + jK_4 \sin \varphi_4; \end{aligned} \quad (4)$$

Подставив выражения из формулы (4) в формулу (3) и преобразовав её, получим общее уравнение характеристики срабатывания реле [7], записанное в формуле (5).

$$\begin{aligned} (R^2 + X^2)(K_1^2 - K_3^2) + (K_2^2 - K_4^2) + 2R(K_1 K_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) - \\ - K_3 K_4 \cos(\varphi_4 - \varphi_3)) + 2X(K_1 K_2 \sin(\varphi_2 - \varphi_1) - K_3 K_4 \sin(\varphi_4 - \varphi_3)) = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

В формуле (5) коэффициенты K_1 , K_2 , K_3 , K_4 являются коэффициентами трансформации вторичных обмоток ПВМП, а углы φ_1 , φ_2 , φ_3 , φ_4 углами сдвига фаз соответствующих обмоток. Варьируя эти параметры, можно получать характеристику срабатывания требуемого вида.

Литература:

1. 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.
2. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глупокопным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 68–72.

3. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов XLI 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. 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.

6. 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 73–77.

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

2. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / В.А. Korobeinikov [et al] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 68–72.

3. Korobeinikov В.А., Oppakhojaev А.М., Sidorov D.I. Mathematical Modeling of Power Transformers in Coordinates of the Generalized Vector // Cybernetics of Energy Systems. Collection of 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 / В.А. Korobeinikov [et al.] // 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. 82–86.

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

6. Modeling of short-circuit on clamps of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / В.А. Korobeinikov [et al.] // Referatotech : Materials of International scientific-practical conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 73–77.

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

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОФАЗНОГО
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

MATHEMATICAL MODEL OF A MULTIPHASE MEASURING CONVERTER

Коробейников Борис Андреевич

профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет.
kba_ei@mail.ru

Сидоров Дмитрий Игоревич

доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет.
d.i.sidoroff@gmail.com

Оппаходжаев Алишер Максудович

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

Мартынов Владимир Сергеевич

студент 2 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
stick.3934.stick@gmail.com

Горбунов Игорь Алексеевич

студент 2 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
igor.gorbunoff@yandex.ru

Аннотация. Многофазные измерительные преобразователи (МИП) позволяют получить ряд электротехнических устройств с улучшенными характеристиками. Симметричная четырехобмоточная схема соединения первичных обмоток МИП наиболее удобна для применения в экспериментальном образце устройства. В статье рассматривается построение математической модели многофазного измерительного преобразователя.

Ключевые слова: релейная защита, трансформатор, оптимизация.

Korobeynikov Boris Andreevich

Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
kba_ei@mail.ru

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Oppakhodzhaev Alisher Maksudovich

Senior Teacher of the department of power supply of industrial enterprises,
 Institute of oil, gas and energy,
 Kuban State Technological University
 alisher.o.m@gmail.com

Martynov Vladimir Sergeevich

2nd year Master's Student of the department of power supply of industrial enterprises,
 Institute of oil, gas and energy,
 Kuban State Technological University
 stick.3934.stick@gmail.com

Gorbunov Igor Alekseevich

2nd year Master's Student of the department of power supply of industrial enterprises,
 Institute of oil, gas and energy,
 Kuban State Technological University
 igor.gorbunoff@yandex.ru

Annotation. Multiphase measuring converters (MMC) allow you to obtain a number of electrical devices with improved characteristics. The symmetric four-winding connection scheme of the primary windings of the MMC is most convenient for use in an experimental sample of the device. The article deals with the construction of a mathematical model of a multiphase measuring converter.

Keywords: relay protection, transformer, optimization.

Многофазные измерительные преобразователи (МИП) позволяют получить ряд электротехнических устройств с улучшенными характеристиками. В [1] приведен вариант МИП для целей многофазного выпрямления, а так же для получения необходимых фазовых сдвигов в измерительной технике. МИП, наряду с выполнением функций гальванической развязки с трансформатором тока, которая необходима для любых полупроводниковых или микропроцессорных устройств защиты, формирует информационный признак входного тока – амплитуду без использования сложных математических алгоритмов.

Первичная обмотка может быть выполнена в нескольких вариантах. На рисунке 1 показана симметричная четырехобмоточная схема соединения первичных обмоток МИП. Данная схема наиболее удобна для применения в экспериментальном образце устройства, так как допускает изменения расчетного режима схемы после выполнения основных обмоток. Обмотки L_1 , L_2 и L_3 , L_4 включены встречно и числа их витков соотносятся как 1 : 2 и 2 : 1 соответственно. Необходимый для получения взаимоперпендикулярных и равных по модулю МДС, фазовый сдвиг токов в ветвях достигается соотношением параметров балансных элементов L_B и R_B .

МИП работает следующим образом (рис. 1). Однофазный переменный ток поступает на вход трансформатора – зажимы (1), (2). В первичных обмотках МИП, образованных элементами ($L_1 - L_4$), формируется вращающееся магнитное поле, наводящее во вторичных обмотках ($L_a - L_f$), систему многофазных напряжений, фазовые сдвиги которых зависят от пространственного расположения соответствующих вторичных обмоток.

$$\left. \begin{aligned} L_2 = 0,25L; L_3 = 0,25L; L_4 = L; \\ M_{12} = M_{34} = 0,5L; \\ L_B = pL_1; R_B = qR; \\ R_2 = 0,5R; R_3 = 0,5R; R_4 = R. \end{aligned} \right\} . \quad (1)$$

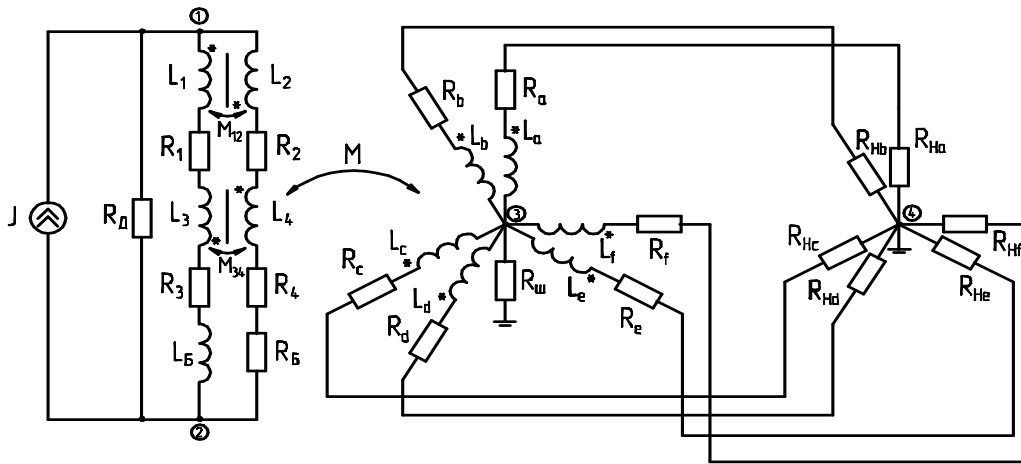


Рисунок 1 – Симметричная четырехобмоточная схема МПП

Для схемы, изображенной на рисунке 1, получены следующие уравнения:

$$\begin{aligned}
 JR_B = & L_1 \frac{di_1}{dt} + L_3 \frac{di_1}{dt} + L_B \frac{di_1}{dt} + (R_1 + R_3 + R_B)i_1 - M_{12} \frac{di_2}{dt} - M_{34} \frac{di_2}{dt} + R_B i_2 + \\
 & + M_{1a} \frac{di_a}{dt} + M_{1b} \frac{di_b}{dt} + M_{1c} \frac{di_c}{dt} + M_{1d} \frac{di_d}{dt} + M_{1e} \frac{di_e}{dt} + M_{1f} \frac{di_f}{dt} + M_{3a} \frac{di_a}{dt} + \\
 & + M_{3b} \frac{di_b}{dt} + M_{3c} \frac{di_c}{dt} + M_{3d} \frac{di_d}{dt} + M_{3e} \frac{di_e}{dt} + M_{3f} \frac{di_f}{dt};
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 JR_B = & L_2 \frac{di_2}{dt} + L_4 \frac{di_2}{dt} + (R_2 + R_4 + R_B)i_2 - M_{12} \frac{di_1}{dt} - M_{34} \frac{di_1}{dt} + R_B i_1 + \\
 & + M_{1a} \frac{di_a}{dt} + M_{1b} \frac{di_b}{dt} + M_{1c} \frac{di_c}{dt} + M_{1d} \frac{di_d}{dt} + M_{1e} \frac{di_e}{dt} + M_{1f} \frac{di_f}{dt} + M_{3a} \frac{di_a}{dt} + \\
 & + M_{3b} \frac{di_b}{dt} + M_{3c} \frac{di_c}{dt} + M_{3d} \frac{di_d}{dt} + M_{3e} \frac{di_e}{dt} + M_{3f} \frac{di_f}{dt};
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 0 = & L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + R_{Ha} i_a + M_{1a} \frac{di_1}{dt} + M_{2a} \frac{di_2}{dt} + M_{3a} \frac{di_1}{dt} + M_{4a} \frac{di_2}{dt} + \\
 & + M_{ab} \frac{di_b}{dt} + M_{ac} \frac{di_c}{dt} + M_{ad} \frac{di_d}{dt} + M_{ae} \frac{di_e}{dt} + M_{af} \frac{di_f}{dt}
 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned}
 0 = & L_b \frac{di_b}{dt} + R_b i_b + R_{Hb} i_b + M_{1b} \frac{di_1}{dt} + M_{2b} \frac{di_2}{dt} + M_{3b} \frac{di_1}{dt} + M_{4b} \frac{di_2}{dt} + \\
 & + M_{ba} \frac{di_a}{dt} + M_{bc} \frac{di_c}{dt} + M_{bd} \frac{di_d}{dt} + M_{be} \frac{di_e}{dt} + M_{bf} \frac{di_f}{dt}
 \end{aligned} \tag{5}$$

$$\begin{aligned}
 0 = & L_c \frac{di_c}{dt} + R_c i_c + R_{Hc} i_c + M_{1c} \frac{di_1}{dt} + M_{2c} \frac{di_2}{dt} + M_{3c} \frac{di_1}{dt} + M_{4c} \frac{di_2}{dt} + \\
 & + M_{ca} \frac{di_a}{dt} + M_{cb} \frac{di_b}{dt} + M_{cd} \frac{di_d}{dt} + M_{ce} \frac{di_e}{dt} + M_{cf} \frac{di_f}{dt}
 \end{aligned} \tag{6}$$

$$\begin{aligned}
 0 = & L_d \frac{di_d}{dt} + R_d i_d + R_{Hd} i_d + M_{1d} \frac{di_1}{dt} + M_{2d} \frac{di_2}{dt} + M_{3d} \frac{di_1}{dt} + M_{4d} \frac{di_2}{dt} + \\
 & + M_{da} \frac{di_a}{dt} + M_{db} \frac{di_b}{dt} + M_{dc} \frac{di_c}{dt} + M_{de} \frac{di_e}{dt} + M_{df} \frac{di_f}{dt}
 \end{aligned} \tag{7}$$

$$0 = L_e \frac{di_e}{dt} + R_e i_e + R_{He} i_e + M_{1e} \frac{di_1}{dt} + M_{2e} \frac{di_2}{dt} + M_{3e} \frac{di_1}{dt} + M_{4e} \frac{di_2}{dt} + M_{ea} \frac{di_a}{dt} + M_{eb} \frac{di_b}{dt} + M_{ec} \frac{di_c}{dt} + M_{ed} \frac{di_d}{dt} + M_{ef} \frac{di_f}{dt} \quad (8)$$

$$0 = L_f \frac{di_f}{dt} + R_f i_f + R_{Hf} i_f + M_{1f} \frac{di_1}{dt} + M_{2f} \frac{di_2}{dt} + M_{3f} \frac{di_1}{dt} + M_{4f} \frac{di_2}{dt} + M_{fa} \frac{di_a}{dt} + M_{fb} \frac{di_b}{dt} + M_{fc} \frac{di_c}{dt} + M_{fd} \frac{di_d}{dt} + M_{fe} \frac{di_e}{dt} \quad (9)$$

Взаимные индуктивности \mathbf{M} обмоток \mathbf{m} и \mathbf{k} определяются по соотношениям вида $M_{mk} = k_{CB} \cdot \sqrt{L_m \cdot L_k} \cdot \cos \varphi$, где φ – угол пространственного сдвига обмоток, а L_m и L_k – их собственные индуктивности.

Решение составленных уравнений и анализ схемы, изображенной на рисунке 1 производился в среде MATLAB[®] с использованием блока «State-Space model».

Литература:

1. Однофазный трансформатор с вращающимся магнитным полем : Коробейников Б.А., Сидоров Д.И. Патент на изобретение RU 2333562 C1, 10.09.2008. Заявка № 2007120825/09 от 04.06.2007.

2. 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»; Кубанский государственный технологический университет, Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова; Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – С. 117–120.

3. Коробейников Б.А., Сидоров Д.И., Литягин Д.А. Реле тока на основе однофазного трансформатора с вращающимся магнитным полем // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2010. – № 2 (154). – С. 67–69.

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. 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. 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.

Literature:

1. Single-phase transformer with rotating magnetic field : Korobeinikov B.A., Sidorov D.I. Patent for invention RU 2333562 C1, 10.09.2008. Application № 2007120825/09 of 04.06.2007.

2. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Research of distortion influence of input current signal distortion on operation of remote control based on converters with rotating magnetic field // Technical and technological systems : Materials of seventh international scientific conference

«TTS-15»; Kuban State Technological University, Krasnodar Higher Military Aviation School named after A.K. Serov; Under general editorship of B.Kh. Gaytov. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2015. – P. 117–120.

3. Korobeinikov B.A., Sidorov D.I., Lityagin D.A. Current relay on the basis of a single-phase transformer with a rotating magnetic field // *Izvestiya vysokikh obrazovaniyakh. North-Caucasian region. Technical Sciences.* – 2010. – № 2 (154). – P. 67–69.

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. 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. 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 : Materials of 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. 87–90.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОФАЗНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ В МАТРИЧНОМ ВИДЕ**

**MATHEMATICAL MODEL OF A MULTIPHASE MEASURING CONVERTER
IN MATRIX FORM**

Коробейников Борис Андреевич

профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет.
kba_ei@mail.ru

Сидоров Дмитрий Игоревич

доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет.
d.i.sidoroff@gmail.com

Оппаходжаев Алишер Максудович

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

Мартынов Владимир Сергеевич

студент 2 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
stick.3934.stick@gmail.com

Горбунов Игорь Алексеевич

студент 2 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
igor.gorbunoff@yandex.ru

Аннотация. Многофазные измерительные преобразователи (МИП) позволяют получить ряд электротехнических устройств с улучшенными характеристиками. Симметричная четырехобмоточная схема соединения первичных обмоток МИП наиболее удобна для применения в экспериментальном образце устройства. В статье рассматривается построение математической модели многофазного измерительного преобразователя в матричном виде.

Ключевые слова: релейная защита, трансформатор, оптимизация.

Korobeynikov Boris Andreevich

Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
Institute of oil, gas and energy,
Kuban State Technological University
kba_ei@mail.ru

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor of the department of power supply of industrial enterprises,
 Institute of oil, gas and energy,
 Kuban State Technological University
 d.i.sidoroff@gmail.com

Oppakhodzhaev Alisher Maksudovich

Senior Teacher of the department of power supply of industrial enterprises,
 Institute of oil, gas and energy,
 Kuban State Technological University
 alisher.o.m@gmail.com

Martynov Vladimir Sergeevich

2nd year Master's Student of the department of power supply of industrial enterprises,
 Institute of oil, gas and energy,
 Kuban State Technological University
 stick.3934.stick@gmail.com

Gorbunov Igor Alekseevich

2nd year Master's Student of the department of power supply of industrial enterprises,
 Institute of oil, gas and energy,
 Kuban State Technological University
 igor.gorbunoff@yandex.ru

Annotation. Multiphase measuring converters (MMC) allow you to obtain a number of electrical devices with improved characteristics. The symmetric four-winding connection scheme of the primary windings of the MMC is most convenient for use in an experimental sample of the device. The article deals with the construction of a mathematical model of a multiphase measuring converter in matrix form.

Keywords: relay protection, transformer, optimization.

Многофазные измерительные преобразователи (МИП) позволяют получить ряд электротехнических устройств с улучшенными характеристиками. В [1] приведен вариант МИП для целей многофазного выпрямления, а так же для получения необходимых фазовых сдвигов в измерительной технике. МИП, наряду с выполнением функций гальванической развязки с трансформатором тока, которая необходима для любых полупроводниковых или микропроцессорных устройств защиты, формирует информационный признак входного тока – амплитуду без использования сложных математических алгоритмов.

$$\left. \begin{aligned} L_2 = 0,25L; L_3 = 0,25L; L_4 = L; \\ M_{12} = M_{34} = 0,5L; \\ L_B = pL_1; R_B = qR; \\ R_2 = 0,5R; R_3 = 0,5R; R_4 = R. \end{aligned} \right\} . \quad (1)$$

В матричной форме данную систему дифференциальных уравнений можно записать в следующем виде :

$$\frac{d\vec{i}}{dt} = -\hat{L}^{-1} \cdot \hat{R} \cdot \vec{i} + \hat{L}^{-1} \cdot \vec{J} . \quad (2)$$

В данном уравнении матрицы активных сопротивлений и индуктивностей составляются путем группировки слагаемых в исходных уравнениях Кирхгофа.

Матрица активных сопротивлений:

$$\hat{R} = \begin{pmatrix} R_1 + R_3 + R_B & R_B & 0 & \dots & 0 & 0 \\ R_B & (R_2 + R_4 + R_B + R_B) & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (R_a + R_{Ha}) & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & (R_e + R_{He}) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & (R_f + R_{Hf}) \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Матрица собственных и взаимных индуктивностей :

$$\hat{M} = \begin{pmatrix} L_1 + L_3 + L_B & -(M_{12} + M_{34}) & M_{1a} + M_{3a} & \dots & M_{1e} + M_{3e} & M_{1f} + M_{3f} \\ -(M_{12} + M_{34}) & L_2 + L_4 & M_{2a} + M_{4a} & \dots & M_{2e} + M_{4e} & M_{2f} + M_{4f} \\ M_{1a} + M_{3a} & M_{2a} + M_{4a} & L_a & \dots & M_{ae} & M_{af} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ M_{1e} + M_{3e} & M_{2e} + M_{4e} & M_{ea} & \dots & L_e & M_{ef} \\ M_{1f} + M_{3f} & M_{2f} + M_{4f} & M_{fa} & \dots & M_{fe} & L_f \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Вектор источников :

$$\vec{J} = (J \cdot R_B \quad J \cdot R_B \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0)'. \quad (5)$$

В методе анализа на основе переменных состояния, любую линейную, инвариантную относительно времени схему представляют двумя уравнениями [2] :

$$\left. \begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

где u – входной вектор размерности 8×1 , описывающий 8 независимых источников, шесть из которых нулевые для нашей задачи; y – вектор описывающий 8 выходов и имеющий размерность 8×1 ; x – вектор размерности 8×1 , описывающий соответствующее количество независимых переменных; A , B , C , D – постоянные действительные матрицы соответствующего размера, причем $A = -\hat{L}^{-1} \cdot \hat{R}$, $B = \hat{L}^{-1}$. Матрица C – диагонально-единичная размерности 8×8 , а D – нулевая той же размерности.

Литература:

1. Однофазный трансформатор с вращающимся магнитным полем : Коробейников Б.А., Сидоров Д.И. Патент на изобретение RU 2333562 С1, 10.09.2008. Заявка № 2007120825/09 от 04.06.2007.
2. 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»; Кубанский государственный технологический университет, Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова; Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – С. 117–120.
3. Коробейников Б.А., Сидоров Д.И., Литягин Д.А. Реле тока на основе однофазного трансформатора с вращающимся магнитным полем // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2010. – № 2 (154). – С. 67–69.

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. 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. 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.

Literature:

1. Single-phase transformer with rotating magnetic field : Korobeinikov B.A., Sidorov D.I. Patent for invention RU 2333562 C1, 10.09.2008. Application № 2007120825/09 of 04.06.2007.

2. Zakharov G.A., Sidorov D.I. Research of distortion influence of input current signal distortion on operation of remote control based on converters with rotating magnetic field // Technical and technological systems : Materials of seventh international scientific conference «TTS-15»; Kuban State Technological University, Krasnodar Higher Military Aviation School named after A.K. Serov; Under general editorship of B.Kh. Gaytov. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2015. – P. 117–120.

3. Korobeinikov B.A., Sidorov D.I., Lityagin D.A. Current relay on the basis of a single-phase transformer with a rotating magnetic field // Izvestiya vysokikh obrazovaniyakh. North-Caucasian region. Technical Sciences. – 2010. – № 2 (154). – P. 67–69.

4. Improvement of relay protection of low-power generators in autonomous power supply systems / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polythematic journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2018. – № 7. – P. 29–39.

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. 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 : Materials of 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. 87–90.

КОНФУЦИЙ О СУЩНОСТИ ВОСПИТАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ

CONFUCIUS ON THE ESSENCE OF EDUCATION AND UPBRINGING

Корсакова Лидия Викторовна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
likors@rambler.ru

Королева Вероника Александровна

студент специальности экономическая безопасность,
Кубанский государственный технологический университет,
Nika.123koroleva@yandex.ru

Аннотация. Раскрыты особенности конфуцианской системы образования и воспитания. Выделены её основные плюсы и минусы, приведены школы конфуцианской системы и специфика их обучения.

Ключевые слова: воспитание, образование, традиции, конфуцианство.

Korsakova Lydia Viktorovna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
likors@rambler.ru

Koroleva Veronika Aleksandrovna

Student specialty economic security,
Kuban State Technological University
Nika.123koroleva@yandex.ru

Annotation. The article reveals the features of the Confucian system of education and upbringing. Its main advantages and disadvantages are highlighted, the main schools of the Confucian.

Keywords: upbringing, education, traditions, Confucianism.

Конфуцианцы держали в своих руках управление государством и обществом, а также заботились о том, чтобы конфуцианские нормы и ценностные ориентиры стали общепризнанными, начиная с эпохи Хань. Это привело к тому, что практически каждый китаец по воспитанию должен быть прежде всего конфуцианцем. Это означало, что с рождения каждый китаец в быту, в обращении с людьми и в исполнении семейных и общественных обрядов и ритуалов действовал так, как это санкционировано конфуцианскими традициями. Даже если в будущем он становился буддистом, даосом, или христианином, то в манере общения, в поведении и во много другом, он подсознательно оставался конфуцианцем [1, 2].

В воспитании по конфуцианским нормам, как и в других системах, существуют и плюсы, и минусы.

Плюсы:

- почитание старших с раннего детства;
- добродетельное поведение;
- построение гармоничных отношений между людьми;

Минусы:

- препятствие конфуцианских принципов модернизации общества;
- узкая программа обучения в конфуцианской школе, построенная на гуманитарных науках, знании древних текстов;

– сложность перехода из низкого сословия в высшее, за счет сложности изучения большого количества иероглифов.

В реализации конфуцианского идеала воспитание начиналось с семьи, с самого раннего возраста, с приучения к культу предков и нормам сяо, к обязательному соблюдению церемоний в семье, и особенно, в обществе. Но в более зажиточных семьях детей учили грамоте, знанию письменных канонов, классических конфуцианских сочинений. В стране возник небывалый культ грамотности, иероглифа, культ конфуциански образованных моралистов-начетчиков, ученых-чиновников, которые способны читать, понимать и толковать запечатленную в священных книгах мудрость.

В средневековом Китае вся система образования была ориентирована на подготовку знатоков конфуцианства. Программа обучения в китайской школе состояла из : хорошего знания древних текстов, умения свободно оперировать изречениями мудрецов и умения писать сочинения, излагавшие мудрость древних. На протяжении долгого периода времени в приоритете для изучения была конфуцианская наука, она открывала перед любым путь вверх, давала возможность сделать карьеру, получить власть и богатство.

Отдельная роль отводится музыкальному образованию, поскольку музыкальное начало лежит в основе законов Вселенной, ибо звуками принизан весь Мир. Следовательно, музыка играть – в прямом и переносном смыслах – основополагающую роль в восприятии и воспроизводстве норм поведения (ли). Однако в дальнейшем эта идея отходит на второй план, уступая место педагогической установке на восприятия музыки как зеркала природы. Музыка должна быть естественна, как гармония Неба и Земли. В процессе музыкального образования общим местом становится то, что главным фундаментом для каждого обучающегося музыке является расположение ученика по отношению к исполняемым звукам [3].

В Древнем Китае первые учебные заведения появились в начале периода Шань-Инь (1766 г. до н.э.). В эти времена школы имели названия: Сян, Сюй, Сюэ. Содержание обучения в школах древнего Китая предусматривало овладение такими знаниями : искусство логики, этикет, письмо, счет, музыка, стрельба из лука, управление колесницей. В общем, учились в школах более 15 лет. Около 10 лет мальчики тратили на то, чтобы научиться читать и писать иероглифы (нужно было заучить 3–4 тысячи знаков). В таких школах учились лишь дети свободных и состоятельных людей [4].

Школы династии Западного Чжоу делились на два основных типа: «государственная школа» и «местные учебные заведения».

Государственные школы создавались для обучения и воспитания молодого поколения чжоуской знати. По описанию В. Куликова, «они делились на высшую и низшую степень, согласно возрасту, и уровня развития учащихся. В таких школах обучали стрельбе из лука, ритуальным танцам и музыке. Также существовали школы для детей рядовых работников и зажиточных крестьян, но они состояли только из младшей школы.

Обучение должно основываться на диалоге учителя с учеником, классификации и сравнении фактов и явлений, подражании образцам. В трактате «Книга обрядов», созданном последователями Конфуция, подробно изложенные и его педагогические идеи. Школьное обучение признавалось необходимым в жизни человека: «Только с началом учебы узнаешь о собственном несовершенстве и получаешь возможность самообразование»; «думай о том, чтобы постоянно находиться в процессе обучения».

Учителю и его ученику предлагалось совершенствоваться одновременно: «Учитель и ученик растут вместе». В книге «Книга обрядов», в разделе «Об обучении», изложены мысли Конфуция о содержании школьного обучения.

Содержание обучения в школах древнего Китая предусматривало овладение следующими знаниями: искусство «Лю-и», этикет, счет, музыка, стрельба из лука, управление колесницей. Также в программу обучения в китайской школы входили : доскональное знание древних текстов, умение свободно оперировать высказываниями мудрецов и умение писать сочинения.

В «Записках об обучении», сформулирован ряд принципов: «если не прекращать глупость, когда она обнаружилась, то дурное не преодолеть»; «когда благородный че-

ловек учит и наставляет, он ведет, но не тянет за собой, побуждает, но не заставляет, открывает пути, но не доводит до конца»; «благородный человек в учении закаливается, совершенствуется, а отдыхая, приобретает знания в развлечениях»; «если обучаться, когда прошло время, то, как ни старайся, не добьешься успеха»; «воспитывай уважение к последовательности, постоянно исполняй свой долг, и совершенство придет».

Конфуцианскую систему воспитания и образования развивали Менци (пр. 372–289 гг. до н.э.) и Сюньцзы (пр. 313 – ок. 238 гг. до н.э.). Менци предложил тезис о доброй природе человека и потому определял цель воспитания как формирование добрых людей, а Сюньцзы, напротив, выдвинул тезис о злой природе человека и поэтому задачу воспитания видел в преодолении этой злой первоосновы.

Конфуций обобщил педагогический опыт древнего Китая и высказал оригинальные воспитательные идеи. Воспитание и нравственное совершенствование рассматривались, как влиятельный фактор человеческого бытия, условие благополучия.

Центральным элементом его учения был тезис о правильном воспитании как непереносимом условии процветания государства. Конфуций различал «сынов неба» – людей, которые обладают высшей врожденной мудростью и могут претендовать быть правителями и способные стать «опорой государства» и чернь – людей, неспособных к трудному процессу постижения знаний [5].

По мнению Г. Ткаченко «Конфуций наделял идеального человека, особенно высокими качествами : благородством, стремлением к истине, правдивостью, почтением, богатой духовной культурой. Он высказывал идею разностороннего развития личности, отдавая при этом предпочтение нравственности человека перед ее образованностью».

Педагогическая цель Конфуция – воспитание терпимости. Философу принадлежит идея всестороннего развития личности, где преимущество отдается нравственному началу.

Резюмируя сказанное, опишем конфуцианский подход к воспитанию и образованию выражен в трудоемкой формуле : согласие между учеником и учителем, легкость обучения, побуждение к самостоятельным размышлениям. В воспитании, это уважение и почитание старших.

Литература:

1. Васильев Л.С. История религии Востока. – М., 2008.
2. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.
3. Корсакова Л.В., Оплетаяева 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.
4. Кузьмина С.Л. XIX век : наука и религия в искусстве воспитания // Педагогика. – 2009. – № 2 – С. 76–81.
5. Солдатова А.В. Основы религиоведения. – М. : Высшая школа, 2007.

Literature:

1. Vasilyev L.S. History of Religion of the East. – M., 2008.
2. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.
3. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound : semiotic approach in music education // Materials of III International Scientific-Practical Conference «Philological and socio-cultural questions of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.
4. Kuzmina S.L. XIX century : science and religion in the art of education // Pedagogika. – 2009. – № 2 – P. 76–1.
5. Soldatova A.V. Fundamentals of religious studies. – M. : The Higher School, 2007.

**СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ОБРАЗОВАНИЯ:
ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ**

**SOCIO-POLITICAL CONTEXT OF EDUCATION:
HISTORICAL AND PHILOSOPHICAL ANALYSIS**

Корсакова Лидия Викторовна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
likors@rambler.ru

Оплетаева Олеся Николаевна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
opleole@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению взглядов на позиции образования в политических проектах идеальных обществ, мыслимых философами традиции утопического социализма.

Ключевые слова: образование, утопия, Платон, Томас Мор, Томазо Кампанелла

Korsakova Lydia Viktorovna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
likors@rambler.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. This article is devoted to the consideration of views on the position of education in the political projects of ideal societies, conceived by the philosophers of the tradition of utopian socialism.

Keywords: education, utopia, Plato, Thomas More, Tommaso Campanella.

Мысль Н.А. Бердяева о том, что нереализованная утопия – это лучше, чем реализованная : «...Утопии оказались гораздо более осуществимыми, чем казалось раньше. И теперь стоит другой вопрос, как избежать окончательного их осуществления... как вернуться к не утопическому обществу, к менее совершенному...» [1, с. 121–122], – вооружает исследователей подобных теорий важным методологическим принципом – парадоксальностью восприятия. С одной стороны, утопия неосуществима в смысле претензий на построение идеального общества счастливых, «блаженного места». С другой стороны, осуществима с организационной стороны (фаланстеры, трудармии, регламентация жизни, общность жен и детей и т.п.). Реализуясь в этом организационном элементе, утопия приводит к результатам, прямо противоположным ожидаемым (к так называемой антиутопии). Помня об этом, исследователь получает возможность предполагать и возможности, противоположные тем, что описы-

вают авторы утопий. Диалектический подход к рассмотрению явления поможет нам принять во внимание эти две крайние позиции, поскольку «весь материальный и духовный мир находится в непрерывном движении, изменении, развитии как результате борьбы противоположностей» [2, с. 25].

Итак, утопия есть выражение стремления человечества к построению совершенных общественных систем. С развитием социальности меняются жизненные ценности, тогда роль источника новых ценностей берет на себя утопия. Утопия способствует приспособлению какого-либо варианта «непонятого будущего» к реальности настоящего. Она помогает обрести смысл и ценность на пути к совершенному мироустройству.

Каждая утопия носит отпечаток своего времени, заключая в себе важную информацию о породившей её эпохе. Благодаря этому отпечатку мы можем проанализировать изменения основных социальных институтов, в данном случае институт образования.

«...Судьба империй зависит от образования молодежи» [3] – слова Аристотеля очень ясно описывают то, что с древних времен люди уделяли большое внимание воспитанию и обучению своих детей, так как от этого зависело будущее государства, его мощь и влияние. Основой современных институтов образования являются утопические идеи древних философов. Одним из таких философов является Платон. В своих диалогах «Законы» и «Государство» древнегреческий философ описывает идеальную модель государства и совершенного человека. Всё население он разделяет на три класса: ремесленники-земледельцы, правители (философы-мудрецы) и стражи-воины. За основу разграничения Платон берет различие между людьми согласно их врожденным качествам. По его мнению, в основе идеального общества лежит принцип разделения труда, а в соответствии с этим и гармонического сочетания потребностей разных сословий. Философ неоднократно оговаривает, что сословия равны потому, что каждое вносит свой вклад в государственное строительство, на деле же оказывается, что образование как таковое доступно только для сословия «стражей», из которого должны выйти правители и воины, соответственно исполняющие управленческую и защитную функции. Таким образом, цель образования состоит в формировании либо воина, либо «администратора». Всем остальным, коих, как и сам Платон полагает, большинство, образование не нужно. Однако уже сегодня такой подход можно расценить как проявление интеллектуального шовинизма.

Образование и воспитание молодежи Платон делит на ряд этапов согласно тем задачам, которые предстоит выполнить человеку определенного сословия. Дети младшего возраста (от одного до семи лет) воспитываются в специальных школах, так как, по мнению философа, семейное воспитание извращает душу ребенка, делая его изнеженным и порочным. Вот как он описывает это: «Есть в нас в известном смысле с детства справедливость и прекрасное, под их влиянием мы воспитывались, как бы под влиянием родителей, повинуюсь им и уважая их. Правда, нам врождены и инстинкты обратного порядка, но с ними нужно бороться, чтобы воспитывать чувство необходимости повиноваться законам» [4, с. 83]. По его мнению, врожденные качества личности играют значимую роль. Поэтому он наделяет душу разумными, аффективными и волевыми свойствами. Данные качества, по мнению Платона, даны нам богами, но возможно их совершенствовать посредством воспитания и образования.

В предложенной им модели образование находится в ведении государства и является бесплатным. В дошкольном воспитании и образовании дети прежде всего осваивают мифы и сказки, прошедшие цензуру и строгий отбор. С восьми и до восемнадцати лет они обучаются в гимназиях под строгим наблюдением философов гимнастическим (благо для тела) и мусическим (благо для души) дисциплинам. Относительно значения мусического направления, в части музыкального образования, исследователями подчеркивается много аспектов, даже семиотический [5]. Платон же их все находит не просто излишними, но и вредными – основная задача, определяющая выбор средств и

приемов педагогического воздействия это задача воспитания граждан идеального государства. На первой стадии обучения молодежь обучается совместно, но впоследствии начинается раздельное обучение согласно классовому разделению общества. Также Платон считает, что женщины и девушки могут постигать мусическое и гимназическое искусство наравне с юношами. На следующей стадии образования и воспитания осуществляется строгий отбор молодежи. Учащиеся, проявившие особые знания и добродетель, в дальнейшем поступают на первую стадию высшего образования, где продолжают своё обучение от девятнадцати до тридцати лет. На данной стадии образования преподается математика, ибо математические дисциплины развивают логическое мышление. В последующем всё это ведёт к изучению диалектики, которая дает высшее созерцание божественных идей. На второй стадии высшего образования одаренные юноши изучают философию, потому что в её изучении можно достичь вершин воспитания и образования, приобщиться к миру идей.

Несомненно благой и позитивной является идея, что воспитание и образование носит всесторонний характер в основе, постепенно переходя к развитию особенных, уникальных способностей, врожденных человеку, формируя того самого идеального счастливого. Однако анализ средств осуществления этой модели образования показывает, что в описанной системе неизбежны огромные издержки, из которых особенно неприемлемы две. Первая делает образование принципиально недоступным для части общества. Вторая «растворяет» личность обучающегося в его социальной функции: заботясь об образовании человека, государство присваивает результаты как образования, так и его последующей профессиональной деятельности.

Несколько иной подход к системе образования и обучения описывает английский мыслитель Томас Мор в своей утопии с одноимённым названием. Идея социального преобразования и равенства, поиск наиболее совершенной общественной системы, которая способна сделать любого человека счастливым является сущностью философских идей «Утопии» [6].

Мыслитель описывает демократическую систему образования. В ней он выделил такие важные идеи, как равенство полов в вопросах получения образования, преподавание на родном языке основных светских знаний, равное обучение в начальной школе, обязательное изучение какого-либо ремесла, а также занятие самообразованием. При этом обучение не ограничивается изучением и освоением теории, но и совмещается с практическими занятиями, такими как земледелие и ремесло, которые протекают в игровой форме. Каждый человек в городе-государстве Утопия, у которого проявляется интерес и способности к науке и научным знаниям, освобождается государством от повседневного труда для основательного изучения наук. Также Томас Мор в своём труде упомянул о соединении производительного труда с всеобщим, и поэтому профессиональная подготовка молодежи должна начинаться с детства. Таким образом, человек, имеющий право на всестороннее развитие, занимал центральное место в утопической идее философа.

Вдохновившись утопической идеей Томаса Мора, итальянский философ Томмазо Кампанелла описал устройство своего утопического города-государства, который образован на основе принципов гуманизма и справедливости. Город Солнца основан народом, который решил «вести философский образ жизни общиной».

В Городе Солнца воспитание и обучение детей и подростков тесно связаны с производительным трудом, организуются и регулируются государством. «Вскормленный грудью младенец передается на попечение начальниц, если это девочка, и начальников, ежели это мальчик». В процессе обучения дети разделяются на группы: «На восьмом году переходят они к естественным наукам, а потом к остальным, по усмотрению начальства, и затем к ремеслам. Дети менее способные отправляются в деревню, но некоторые из них, оказавшиеся более успешными, принимаются обратно в город». Когда

обучение заканчивается, молодые люди получают должности в области тех наук и ремесел, где они проявили себя больше всего. Одними из главных направлений в образовании детей и молодежи являлись естественнонаучные, ремесленные знания, а также труд и физические упражнения. Также Т. Кампанелла принадлежит идея наглядного обучения [7, с. 31–56].

Философы-утописты понимали, что государство, которое думает о своем благополучии, должно предусмотреть направленную воспитательную деятельность, которая способна обеспечить развитие молодежи, так как от качества образования зависит будущее государства. Однако усиленная роль государства в определении форм организации, содержания и освоения результатов образования может быть чревато потерей тенденции к развитию как самой институции, так и личности отдельного человека.

Литература:

1. Бердяев Н.А. Новое Средневековье. – Берлин, 1924.
2. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н., Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.
3. Аристотель. Сочинения : в 4 т. – М., 1983. – 830 с.
4. Платон. Государство // Платон. Собр. соч. : В 3 т. – Т. 3. – М., 1971.
5. Корсакова Л.В., Оплетаяева 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.
6. Мор Т. Утопия. – М., 1978.
7. Томмазо Кампанелла. Город Солнца. – М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1954.

Literature:

1. Berdyaev N.A. The New Middle Ages. – Berlin, 1924.
2. Korsakova L.V., Opletaeva O.N., Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.
3. Aristotle. Works : in 4 vol., – M., 1983. – 830 p.
4. Platon. The State // Platon. Collected Works. In three volumes. – Vol. 3. – M., 1971.
5. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: a semiotic approach in music education // Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference «Philological and socio-cultural issues of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.
6. Mohr T. Utopia. – M., 1978.
7. Tommaso Campanella. The City of the Sun. – M.-L. : Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR, 1954.

**АКАДЕМИЯ ПЛАТОНА: ЗАМЫСЕЛ И РЕАЛИЗАЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ**

**PLATO'S ACADEMY: THE CONCEPT AND IMPLEMENTATION
OF THE EDUCATIONAL MODEL**

Корсакова Лидия Викторовна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
likors@rambler.ru

Оплетаева Олеся Николаевна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
opleole@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена анализу тех принципов, которые лежали в основании одной из первых образовательных моделей – Академии Платона. Она поможет понять изначальную роль как социального института.

Ключевые слова: Платон, академия, высшее образование, обучение, междисциплинарные связи.

Korsakova Lydia Viktorovna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
likors@rambler.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. This article is devoted to the analysis of the principles that formed the basis of one of the first educational models – the Plato Academy. It will help to understand the original role as a social institution.

Keywords: Plato, academy, higher education, training, interdisciplinary relations.

Организации Академии предшествовало плодотворное сотрудничество Платона с двумя людьми: с Сократом (этот факт настолько широко известен, что окружен мифами) и с Архитом Тарентским – выборным главой Тарента, ученым, государственным деятелем, математиком-пифагорейцем, имевшим четкое представление о том, как применять математический метод в самых разных сферах жизни и познания. «Знатоки математических наук пришли к верному познанию и нет ничего странного в том, что они правильно судят о свойствах всех отдельных вещей. Ибо раз они верно познали природу Вселенной, то должны были верно усмотреть и свойства отдельных вещей» [1, с. 456]. Считается, что Платон прежде всего имел ввиду Архита, когда писал о правителях, которые должны быть философами. А также, что именно в

результате дружбы с ним Платон «яснее понял, каким должно быть то учебное заведение нового типа, которое он надеялся основать по возвращении в Афины» [2, с. 198].

Хотя Архит и вдохновил Платона на создание исследовательского и образовательного центра, последний не стал все науки сводить к математике. Здесь отчетливо видно влияние Сократа, полагавшего, что ученые должны применять свои знания к совершенствованию себя, к этическим и политическим делам людей. Мысль о том, что многие государственные, политические и социальные проблемы можно решить, описав их языком четкого, объективного и точного дедуктивного анализа, каким оперирует геометрия, стала для Платона одним из основных мотиваторов в организации Академии. Как видим, с самого начала речь идет о выходе наук за пределы себя в поиске решений для насущных общественных задач, или, что то же, о формировании внутринаучных междисциплинарных связей. В данном случае это применение математического метода в гуманитарных и общественных науках.

Известно, что Платону потребовалось приложить достаточно усилий, чтобы воплотить в жизнь свой замысел. Для начала необходимо было преодолеть сопротивление общества, убежденного в том, что образованием для осваивающего профессию молодого человека являлось реальное участие в делах, ремесленных, торговых, политических. Вместе с тем, поиск нового вида компетентности (применение методов одних наук к другим) сам собой предполагал необходимость создания особого научно-образовательного учреждения, где были бы возможны изучение литературы, исследования, дискуссии, проводимые при участии специалистов самых разных направлений науки и общественной жизни. Так возникает не только идея, но и реализация системы универсального научно-исследовательского центра.

Из присущего ему чувства системы, связанного с восприятием мира как копии некоторой универсальной, совершенной сущности, Платон стремится организовать Академию по подобию той вселенной, для изучения которой она предназначена. Поэтому он приглашает к сотрудничеству знатоков всех специализированных областей знания, полагая, что прогресс в какой-либо отдельной области познания будет иметь последствия для всех остальных аспектов.

Наконец, замыкает этот уникальный проект идея пригласить в Академию кроме ученых еще и молодых учеников, тем самым обеспечить преемственность. Об успешности реализации замысла философа говорит уже тот факт, что полисы приглашали из Академии консультантов для составления или пересмотра законодательства. Так новая школа становится не только научным, но и образовательным центром. А из идеалистического представления Платона об универсальной связи и взаимодействии частей целого рождается если не законченная модель науки как социальной институции, то системы образования вполне определенно.

Таким образом, по замыслу Платона, универсальное научное знание является отражением соответствующим образом устроенной действительности, основанной на неизменных идеях, придающих единство, постоянство проявлений и универсальность этому миру, изменяющемуся в пространстве и времени.

Об актуальности взглядов Платона свидетельствуют многочисленные дискуссии, ведущиеся сегодня вокруг проблемы междисциплинарности, иногда трансдисциплинарности, понимаемой как расширение научного мировоззрения, рассмотрение явлений вне рамок какой-либо одной научной дисциплины [3]. Среди многочисленных интерпретаций явления научной междисциплинарности есть и прямое радикальное развитие платоновской идеи применения математического метода к не специфическим для математики предметам. Так, Андре Лихнерович трактует ее как «перекрёстные игры», описывающие «однородность теоретической деятельности в различных областях науки и техники, независимо от поля, где эта деятельность осуществляется». Единственным адекватным языком осуществления подобного теоретического исследования является, конечно же, математика [4].

Отметим, что с конца XX века (вследствие «лингвистического поворота») стало заметным и обратное развитие междисциплинарности : широкое применение методологических подходов лингвистики и литературоведения за пределами этих наук. Рассмотрению этой темы авторы посвятили ряд публикаций : идеи постструктурализма плодотворно применяются в социологических и психологических теориях [5]; а семиотический подход, сформулированный в рамках структурной лингвистики, – в отдельных подходах педагогической теории и практики [6].

Литература:

1. Фрагменты ранних греческих философов. Часть 1 : От эпических космогоний до возникновения атомистики / Сост. А.В. Лебедев. – М. : Наука, 1989. – 576 с.
2. Брамбо Р.С. Философы Древней Греции / Пер. с англ. Л.А. Игоревского. – М. : ЗАО Изд-во Центрополиграф, 2002. – 347 с.
3. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.
4. Мокий В.С. Основы трансдисциплинарности. – Нальчик : ГП КБР Республиканский полиграфкомбинат им. Революции 1905 года, 2009. – 368 с.
5. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н. Как философия стала «жанром литературы» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 663–673.
6. Корсакова Л.В., Оплетаяева 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. Fragments of the Early Greek Philosophers. Part 1 : From epic cosmogonies to the emergence of atomistics / Comp. A.V. Lebedev. – M. : Nauka, 1989. – 576 p.
2. Brambo R.S. Philosophers of Ancient Greece / Translated from English. Per. by L.A. Igorevsky. – M. : Publishing house Tsentropoligraf, 2002. – 347 p.
3. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of Being and Cognition in Modern Philosophy : Text Book. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.
4. Mokiy V.S. Fundamentals of transdisciplinarity. – Nalchik : State Enterprise KBR Republican Polygraph Printing Works im. The Revolution of 1905, 2009. – 368 p.
5. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. How philosophy became a «genre of literature» // Polythematic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University. – 2017. – № 126. – P. 663–673.
6. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: semiotic approach in music education // Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference «Philological and socio-cultural issues of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.

**СПОР СЛАВЯНОФИЛОВ И ЗАПАДНИКОВ О ВОСПИТАНИИ
И ОБРАЗОВАНИИ**

**THE DISPUTE BETWEEN SLAVOPHILES AND WESTERNERS
ABOUT UPBRINGING AND EDUCATION**

Корсакова Лидия Викторовна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
likors@rambler.ru

Петрова Ангелина Вячеславовна

студентка специальности экономическая безопасность,
Кубанский государственный университет
Linapetrova2001@mail.ru

Аннотация. Цель работы заключается в выявлении путей решения вопроса развития отечественной педагогики и культуры. Эта проблема рассматривалась во взглядах таких общественных философских движений как западники и славянофилы.

Ключевые слова: образование, просвещение, отечественное воспитание, культура, традиции.

Korsakova Lydia Viktorovna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
likors@rambler.ru

Petrova Angelina Vyacheslavovna

Student specialty economic security,
Kuban State University
Linapetrova2001@mail.ru

Annotation. The purpose of this work is to identify ways to solve the problem of the development of Russian pedagogy and culture. This problem was considered in the views of such social philosophical movements as Westerners and Slavophiles.

Keywords: education, enlightenment, domestic education, culture, traditions.

В первой половине XIX в. вопросы просвещения и воспитания приобрели заметное общественное звучание. Это была пора расцвета национального русского образования. Педагогов и политиков занимала идея народности образования. В обществе широко распространяется взгляд на просвещение, как на способ изменения условий жизни. В педагогике обращаются к отдельной личности. Одновременно изучение характера, быта, потребностей народа рассматривалось как необходимое условие для выработки принципов воспитания и обучения. А также эти вопросы рассматривались между славянофилами и западниками. Рассмотрим подходы в рамках этих течений с точки зрения их диалектического единства – стремления к реализации общей цели, но разными путями [1, с. 25–33].

Исходя из этого, можно сделать вывод, что философы рассматривали школу прежде всего, как русскую социально-педагогическую духовность, т.е. все в нем должно быть проникнуто отечественными безусловными ценностями, являющимся живым

историко-культурным целым. Только в этом случае он сохраняет способность стать целостной педагогической духовностью, той общностью, в которой человек оказывается любящим других и никому не подчиняющимся.

Надо сказать, что высокий моральный дух в вопросах воспитания и образования подчеркивали и западники. Как отмечает А. Герцен (1812–1870), «у нас была одна любовь, но не одинаковая... Мы, как двуглавый орел, смотрели в разные стороны в то время, как сердце билось одно». [2]

Выдающимися личностями западников были В.Г. Белинский, А.М. Герцен, В.Ф. Одоевский, К.Д. Кавелин, Н.В. Станкевич.

Западники, представляя довольно разнородное общественное движение, были объединены яростной приверженностью европейскому образованию, праву личности на самореализацию. Считалось, что главной целью образования было достижение нравственной гармонии. Более радикальные идеи развивали Герцен, Огарев, Белинский, вошедшие в историю как революционные демократы 1830–1860-х годов.

Взгляды А.И. Герцена и Н.П. Огарева складывались под влиянием российской вольнолюбивой мысли, европейского просвещения, немецкой классической философии. Оставаясь на позициях общинного социализма, сам Герцен находясь будучи в эмиграции в Лондоне «будил» своим «колоколом» революционное самосознание, стремление к прогрессивным изменениям. Вместе с тем он сделал поразительное наблюдение: «Нельзя людей освободить к наружной жизни больше, чем они освобождены внутри. Как ни странно, но опыт показывает, что народам легче переносить насильственное бремя рабства, чем дар излишней свободы» [4].

Выдающимися личностями западников были В.Г. Белинский, А.М. Герцен, В.Ф. Одоевский, К.Д. Кавелин, Н.В. Станкевич.

Западники, представляя довольно разнородное общественное движение, были едины в горячей приверженности европейскому образованию, права личности на самореализацию. Основной целью воспитания виделось достижение нравственной гармонии. Более радикальные идеи развивали Герцен, Огарев, Белинский, вошедшие в историю как революционные демократы 1830–1860-х гг.

Очевидно было прямое отношение к «внутреннему освобождению» образования. Приняв участие в полемике о народном образовании, Герцен и Огарев, в отличие от позиции «официальной народности», выдвигали иную трактовку присущих русскому народу черт, выделяя в них как раз стремление к социальным переменам и предлагая поощрять его путем воспитания.

Н. П. Огарев в «Плане народной школы» (1847 г.) подчеркивал, что важнейшей целью педагогических преобразований в России должно стать развитие у народа чести, права и гражданства. В этом документе, который полностью поддержал Герцен, говорилось о необходимости устранения сословных, религиозных и иных ограничений при получении образования, соединении обучения с общественно полезным трудом учащихся.

Герцен и Огарев выдвигали планы национального перевоспитания народа и отдельных сословий в духе общинности, который, по их суждениям, исторически присущ русскому человеку.

Анализ отечественных философско-педагогических воззрений позволяет утверждать, что все многообразие подходов к трактовке феномена школы как социально-культурного института может быть сведено преимущественно к двум направлениям: западническому и славянофильскому. Плодотворным представляется в дальнейшем изучить, как славянофилы и западники оценивали значение в образовании таких областей, как физическая культура, музыка и другие виды художественного творчества [5].

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что славянофилы не были педагогами-практиками, ими двигал интерес к национальным традициям, в особенности к пра-

вославному и народному образованию. В то время как западники горячо приветствовали западноевропейскую образованность, возмущаясь сословно-крепостническими традициями воспитания и обучения, защищая права личности на самореализацию.

Литература:

1. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.
2. Хомяков А.С. Собрание сочинений : В 5 т. – Т. 3. – 3-е изд. – М., 1894. – 482 с.
3. Беленчук Л.Н. Просвещение России : взгляд западников и славянофилов. – М. : Изд-во ПСТГУ, 2014. – 147 с.
4. Килимник Е.В. Влияние идей славянофилов на общественную мысль и художественную культуру России XIX в. – Екатеринбург : Изд-во Академия туризма и международных отношений, 2018. – 170 с.
5. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н. Философия звука: семиотический подход в музыкальном образовании // Вопросы философии. – М., 2004. – № 4. – С. 47–53.

Literature:

1. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.
2. Khomyakov A.S. Collected Works : In 5 vols. – Vol. 3. – 3rd ed. – M., 1894. – 482 p.
3. Belenchuk L.N. Enlightenment of Russia: the view of Westerners and Slavophiles. – M.: Publishing house of PTSU, 2014. – 147 p.
4. Kilimnik E.V. The influence of the ideas of the Slavophiles on the public thought and artistic culture of Russia XIX c. – Ekaterinburg : publishing house Academy of Tourism and International Relations, 2018. – 170 p.
5. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: a semiotic approach in music education // Problems of Philosophy. – M., 2004. – № 4. – P. 47–53.

**ТЕОРИЯ ВОСПИТАНИЯ КАНТА И ПРАКТИКА ВОСПИТАНИЯ
ЭПОХИ ПРОСВЕЩЕНИЯ**

**KANT'S THEORY OF EDUCATION AND THE PRACTICE OF EDUCATION
IN THE AGE OF ENLIGHTENMENT**

Корсакова Лидия Викторовна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
likors@rambler.ru

Смирнова Виктория Олеговна

студентка специальности экономическая безопасность,
Кубанский государственный университет
Smirnovavika345@gmail.com

Аннотация. Рассматриваются педагогические идеи Канта, связанные с ответами на вопросы о том, каким должен быть процесс образования и воспитания, какова роль учителя в образовательном процессе и каким он должен быть. Целью работы является рассмотрение педагогической теории И. Канта и их применения на практике.

Ключевые слова: И. Кант, искусство воспитания, образования и Просвещение, педагогика, моральное поведение, всеобщий разум, моральная зрелость.

Korsakova Lydia Viktorovna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
likors@rambler.ru

Smirnova Victoria Olegovna

Student specialty economic security,
Kuban State University
Smirnovavika345@gmail.com

Annotation. It examines the pedagogical ideas of I. Kant, related to the answers to questions about what the process of education and upbringing should be, what is the role of the teacher in the educational process and what it should be. The purpose of the research is to consider the pedagogical theory and practice.

Keywords: I. Kant, the art of education, education and Enlightenment, pedagogy, moral behavior, universal reason, moral mat.

Экспертное сообщество – ученые и педагоги, философы, – а также субъекты образования (дети, молодые люди и их родители) активно высказываются по всем вопросам актуальной образовательной системы. Идет поиск как в области базовых принципов, ценностных ориентиров, так и в частных, специальных областях педагогики и образования – инклюзивном, эстетическом дополнительном, коррекционном и др. [1].

Процессы мировой образовательной практики, свидетелями и участниками которых мы являемся, актуализируют анализ педагогических идей прошлого в поисках ряда ориентиров для настоящего и будущего. Эпоха Просвещения ознаменована серьезными переменами как в социальной практике, так и в её осмыслении, выработке новых под-

ходов к человеку и его судьбе, к пониманию разума и добра. Эпоха Просвещения стала своеобразным преддверием нового педагогического проекта.

Если формулировать максимально просто идеологию этого времени, то самые серьезные надежды возлагались на образование. И, как и начало любой эпохи, Просвещение начинается позитивно, энергично и многообещающе. Просветители не только пересмотрели философскую основу педагогики под влиянием достижений естественных наук, но и сделали все, чтобы не только реформировать систему образования и реализовать в нем воспитательные концепции. А высшей целью воспитания провозглашается воспитание морального человека и ответственно мыслящего гражданина.

Этот тезис в целом соответствует смысловым рамкам современной философии, основные идеи которой (без учета личностных различий) сводятся к следующему.

1. Идея рационального (разумного), упорядоченного мироустройства. Мир на любой основе (Бог, Абсолют, Мировой порядок, Мировой разум и т.д.) разумно устроен.

2. Идея разумного мироустройства обеспечивает постепенное развитие человечества, которое неизбежно движется в развитии «от худшего состояния к лучшему».

3. Идея рационального познания человека, независимо от того, идет ли речь о представителях эмпиризма или рационализма.

4. Идея соразмерности мира и человеческой разумности. Результатом этой идеи является вера в то, что человеческое знание в принципе способно проникнуть в происходящее, или, другими словами, с помощью человеческого разума, с разной степенью достоверности, возможно познать природу, историю и мир. Сама степень этой возможности и соответствующие ей методы реализации зависят от различных вариантов философии [2].

Одним из выдающихся и влиятельных философов в рассматриваемых событиях считается Иммануил Кант. Важным вкладом в практическую философию было определение Кантом счастья как цели прагматического, благоразумного поведения. Действительно, счастье возможно только в обществе рациональном, готовом к тому, чтобы люди по-разному оценивали свое место и роль других людей, т.е. по-разному определяли свои «эгоистические» интересы и чувства [3].

Моральное поведение у Канта характеризуется простым словом «честность», в отличие от прагматической «полезности». «Добрая воля» имеет в самой себе самодостаточную цель – это нравственный долг приближаться к «высшему благу» [там же]. А поскольку, по мнению И. Канта, «человеческих способностей недостаточно» для достижения «высшего блага», то моральный долг и не обещает «ничего с уверенностью»: делай свое дело, что бы из этого ни последовало.

Также И. Кант считал, что воспитание необходимо для развития человечества в целом. Именно потому, что все люди имеют «столь сильное влечение к свободе», их следует «заранее приучать подчиняться предписаниям разума». Человек есть только то, чем он стал в результате воспитания. Однако воспитанием могут заниматься те, кто получил такое же воспитание. А значит, малообразованные и плохо воспитанные люди так же плохо воспитывают и своих детей. И. Кант выражает надежду на то, что по мере улучшения воспитания человечество будет совершенствоваться с каждым поколением, так как «в воспитании заключается великая тайна совершенствования человеческой природы» [4]. И реальная возможность этого основана на понимании и изучении того, что лежит в основе хорошего воспитания. Учитывая нынешние реалии, правильное воспитание для всех хоть и не достижимо, но к нему нужно стремиться. Это необходимо для «разработки специального плана воспитания, чтобы мы могли передать его нашим потомкам вместе с указаниями о том, как осуществить этот план на практике, чтобы они могли постепенно реализовать его» [там же].

Для И. Канта, как и для других просветителей, целью образовательного процесса является совершенствование разума: образование позволяет включить человека в разумное мироустройство. Свет разума способен преодолеть негативные стороны челове-

ческого бытия, «облагоразумить» его. Образованный и воспитанный человек станет способен подавлять свой эгоизм и невежество, страсти и заблуждение.

Истинная природа человека отражена в определенных способностях ума и рассудка. И. Кант приводил большое количество примеров, показывающих, что «рассудок – это познание общего; способность суждения – приложение общего к частному, а разум – способность видеть связь общего с частным» [5].

Характер ребенка раскрывается во многих индивидуальных наблюдениях и, как следствие, отражается в правилах воспитания. По мнению И. Канта, ребенок не должен быть слишком мало нагружен, не перегружен; необходимо учитывать его возраст: «Ребенок должен быть умен не больше, чем ему следует». Однако преждевременное развитие или стремление подражать моде и средствам воспитания искажают естественную природу ребенка. Но положения И. Канта таковы: «Нужно, чтобы дети были откровенны, а их лица сияли таким же весельем, как солнце» «Положим, что у ребенка – хотя это, впрочем, бывает весьма редко, – существует природная склонность к упрямству. В этом случае лучше всего действовать так, что, если он не исполняет наших желаний, и мы, в свою очередь ничего не будем делать в угоду ему». «При этом детей ни в коем случае нельзя запугивать». «Дети не должны умничать надо всем». «Крайне вредно приучать ребенка смотреть на все как на игру» [там же].

Так же И. Кант рассматривал возможность принуждения в процессе воспитания. Эта проблема заключается в том, чтобы соединить законный предел и силу общества со способностью индивида пользоваться своей свободой. Если ребенок не будет чувствовать противодействие со стороны общества с самого юного возраста, то он не сможет оберегать себя и сохранять свою независимость. В качестве решения этой проблемы И. Кант предложил три принципа воспитания самостоятельности в ребенке.

Первый принцип предписывает давать ребенку как можно больше свободы в раннем возрасте, за исключением тех случаев, когда он может быть ранен и его действия не мешают свободе других.

Второй принцип состоит в усвоении ребенком того, что он может достичь своих целей только в том случае, если это дает другим возможность достичь своих.

Наконец, ребенок должен понимать, что его принуждают к послушанию для того, чтобы в дальнейшем дать ему возможность выбирать свою свободу, и не зависеть от заботы других.

Что же касается практики образования того времени, то после того, как философы поставили под сомнение эффективность прежних практик воспитания и обучения, перед педагогами была поставлена важная задача – создать новую личность в соответствии с новыми моделями человеческих отношений. Век Просвещения стал поворотным пунктом в воспитании ребенка между буржуазией и дворянством. Описывая практический опыт воспитания того времени, следует отметить «школу для военных сирот», в которой учились в основном дети бедных дворян и солдат в возрасте от 10 до 16 лет. Она была построена по принципу самоуправления. Дети помогали готовить, охраняли школу, выбирали командиров. Занятия в этой школе были заменены развлечениями, спортивными занятиями и физической работой.

К концу века появились детские комнаты в домах немецких бюргеров и французских буржуа. В привилегированных слоях постепенно вводился контроль рождаемости, что также свидетельствовало об изменении отношения к ребенку: детей стало меньше, но родители стали эмоционально ближе к ним, стали заботиться об их здоровье и образовании, на это тратились большие деньги.

Таким образом, можно сказать, кантовская концепция образования исходила из понимания саморазвития личности как средства самопознания культуры. Вся сила Канта – это педагогическая антропология, призванная пробудить человека к активному устранению зла, неправды, порока и страсти, к борьбе с препятствием, ставящим несо-

вершенство его природы и общества на путь более достойной жизни. Человек должен быть воспитан для добра – это главный пафос и окончательный вывод педагогической антропологии Канта.

Литература:

1. Корсакова Л.В., Оплетаяева 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.

2. Корсакова Л.В., Оплетаяева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.

3. Гильманов В.Х. Что же такое Просвещение // Кантовский сборник. – 2013. – № 1 (43). – С. 97–100 с.

4. Кант Иммануил. Сочинения. В 6 т. / под ред. Ф.В. Амуса, М. Арсеньева, А. Гулыги. – Т. 2. – М., 1964. – 613 с.

5. Кант И. Трактаты и письма / Иммануил Кант; [вступ. ст. А.В. Гулыги]. – М. : Наука, 1980. – 710 с.

Literature:

1. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound : semiotic approach in music education // Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference «Philological and socio-cultural issues of science and education». – Krasnodar, 2018. – P. 897–903.

2. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.

3. Gilmanov V.Kh. What is the Enlightenment // Kant's collection. – 2013. – № 1 (43). – P. 97–100 p.

4. Kant Immanuel. Works. In 6 vols. / edited by F.V. Amus, M. Arseniev, A. Guliga. – Vol. 2. – M., 1964. – 613 p.

5. Kant I. Treatises and letters / Immanuel Kant; [introductory article by A.V. Guligi]. – M. : Nauka, 1980. – 710 p.

**ГОРОД КАК ОБЪЕКТ ФИЛОСОФСТВОВАНИЯ:
ОТ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ К ВОЗРОЖДЕНИЮ**

**THE CITY AS AN OBJECT OF PHILOSOPHICAL CONSIDERATION:
FROM THE MIDDLE AGES TO THE RENAISSANCE**

Корсакова Лидия Викторовна

кандидат философских наук, доцент кафедры истории, философии и психологии,
Кубанский государственный технологический университет
likors@rambler.ru

Фенькова Екатерина Викторовна

студент специальности экономическая безопасность,
Кубанский государственный технологический университет,
fenkova.katya@mail.ru

Аннотация. Осуществлен философский анализ понятия города. Дано определение понятия «город» в философско-культурном аспекте, для чего реализуется возможность описания города через «человеческое измерение» и поиск его координат в мире культуры.

Ключевые слова: город, человечество, общество, жизнь, духовность.

Korsakova Lydia Viktorovna

Candidate of Philosophical Sciences,
Associate Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Kuban State Technological University
likors@rambler.ru

Fenkova Ekaterina Viktorovna

Student specialty economic security,
Kuban State Technological University
fenkova.katya@mail.ru

Annotation. The philosophical analysis of the city. It was defined the concept of «city» in the philosophical and cultural aspect, for which the possibility of describing the city through the «human dimension».

Keywords: city, humanity, society, life, spirituality.

Свое развитие Средневековая философия получила после распада Римской империи и во времена эпохи Возрождения, в которой образовались основные мировые религии. Это обусловлено тесной взаимосвязью Средневековой философии с религией. В Средневековье восприятие мира было возможно только через веру. Это характеризует философию Средневековья и отличает от ее предшествующей античности, наполненной рационализмом и скептицизмом.

Первый этап философии Средневековья – патристика. Понятие «патристика» впервые появился в литературе. Патристикой называли литературу созданную духовными наставниками, отцами церкви. Затем данное понятие приобрело более широкий смысл и определялось как святость жизни, древность, принятие церкви, ортодоксальность учения.

Второй этап философии Средневековья – схоластика. Схоластика объединяет в себе философию Аристотеля и христианское богословие, теологию и рационалистиче-

ские взгляд на проблемы философии. Целью схоластики является как можно доступнее донести до простых людей христианские учения с применением рационалистических взглядов.

Ренессанс или как еще называют эту эпоху Возрождение, является одним из важнейших периодов в развитии европейской культуры, науки и мировоззрения. Эпоха Возрождения оказала колоссальное влияние на становление, развитие человечества. Для философии Возрождения характерна смена мировоззрения, изменения во взглядах на окружающий мир, религию и роль человека в нашем мире.

Основной методологической позицией, принимаемой авторами статьи, стала увязка господствующего типа мировоззрения с пространственно-временным континуумом [1], в котором организуется городская среда средневековых поселений. А также используются идеи семиотического подхода, позволяющего рассматривать городское пространство как единство формы и содержания, знака и его значения. Отдельные преимущества такого подхода к рассмотрению явлений культуры авторы демонстрировали на примере музыки и музыкальной педагогики [2].

Если говорить о состоянии городов, то в период Средневековья забылись научные, инженерные, технические знания, основные навыки санитарной нормы антисептики. Колоссальное влияние религии, вера в Бога, все это негативно сказывалось на гигиенической обстановке (массовые скопления способствовали распространению эпидемий). Забыв экологические и гигиенические правила, жители сделали города Европы рассадником эпидемий, которые уносили до 90 % населения.

В период средневековья церковь была неприкосновенна, а ее авторитетность непоколебима. Простому народу приходилось платить большие налоги на поддержание духовенства, а монархи принимали решения исключительно с одобрения Папы. Данные обстоятельства не подходили ни одним, ни вторым [3].

С активным развитием науки в XIV–XV веке, у людей появилась возможность изучать природные явления, путешествовать, познавать другие культуры, укреплять новые торговые связи, развивать общество. Возникли первые парламенты и общества независимые от влияния церкви. Вырос уровень образования горожан. Все это послужило созданию нового общества, которое смогло преодолеть насильственное навязывание религии.

Основными предпосылками развития новой культурной эпохи являлись : политический кризис (массовые протесты против феодализма возникали во всех европейских странах, и в основном – в Италии, колыбели христианской философии); технический прорыв (изобретение и совершенствование орудий труда, появление огнестрельного оружия, нового медицинского оборудования и методов лечения); усиление отдельных городов (развитие инфраструктуры превращало их в независимые торгово-промышленные, военные и культурные центры).

В Эпоху Возрождения теория постройки и улучшения городов развивалась синхронно с практикой. Перестраивались старые здания, строились новые, формировалось гармоническое единство пространственной композиции зданий, создавались трактаты о планировке, архитектуре, укреплению городов. К этому периоду относятся работы Альберти и Палладио, схемы идеальных городов, таких как Скамоцци, Филарете [4].

Авторы архитектурных проектов даже опережали практические нужды строительства : описывались не готовые объекты городской инфраструктуры, а графически выраженная идея, концепция города, рассматривалось расположение города с экономической точки зрения, с точки зрения гигиены, обороны, эстетики. Велись поиски оптимальных планов жилых кварталов и городских центров, садов и парков. Изучались вопросы композиции, гармонии, красоты, пропорции. Всему этому был свойственен рационализм, гармоничность. Самой отличительной чертой архитектуры Возрождения является повышенное внимание человеку как личности. Архитектурные строения возводились по подобию человеческого тела (эталона совершенной красоты и пропорций).

Первыми городами Эпоху Возрождения были города Венеция и Флоренция (северная Италия). Они одни из первых получили политическую автономию и стали крупнейшими центрами международной торговли, ремесленного и мануфактурного производства. Приобретая экономический и политический статус, появлялась необходимость в архитектурном престиже, как результат строились дворцы и соборы. Флоренция – архитектурные объемы подавляют, подчиняют себе городское пространство. Венеция – архитектура кажется призрачной, вымышленной декорацией, обрамляющей плотную сеть каналов и узких пешеходных проходов. Отличительной чертой данных городов является запутанность узких улиц, выводящих на площади, которые никак не связаны друг с другом и не играли в проекте города никакой роли. Площади в этих городах сами по себе прекрасны не только безошибочно найденными пропорциями главного сооружения и открытого пространства, но и бессмертными творениями итальянских скульпторов, которыми они украшены. Особенно подчеркивают средневековность этих городов их силуэты: вертикали соборов над живописным, компактным массивом городской застройки [там же].

Анализируя город эпохи Средневековья и город эпохи Возрождения, можем сделать вывод, что идеальный город Возрождения возник как знак протеста против средневековой архитектуры, отображенный в развитии античных принципов градостроения.

Город средневековья как «Небесный Иерусалим», своего рода нечто не человеческое, но с божественным замыслом. Город Возрождения создан человеком, творцом. Человек создавал нечто усовершенствованное, но в соответствии с «божественной математикой».

Город Возрождения создавался для человека, и должен был соответствовать его социально-политической и бытовой структуре. Средневековый город в свою очередь со всех сторон окружен стенами, отделен от мира, дома похожи на неприступные крепости с окнами-бойницами. В свою очередь город в эпоху Возрождения открыт, ему нет необходимости защищаться от мира, который он и контролирует. Стены зданий объединяют улицы и площади с дворами, помещениями. Они доступны (проемы, аркады, колоннады, проезды, окна).

Средневековый город представляет собой архитектурный объем, город Возрождения представляет собой разграничивание архитектурных площадей. Центр нового города – свободное пространство главной площади, открытое как сверху, так и с разных сторон. В здание входят, а на улицу и площадь выходят. Средневековый город сосредотачивает все в центре, то город Возрождения устремлен в мир. Средневековому городу привычен естественный ландшафт, а для города Возрождения это искусство. Архитектор изменяет местность, применив геометрическую сетку расчерченных площадей. Такому городу характерна четкая форма (круг, квадрат, восьмиугольник, звезда). В Средневековом городе все стремится в небеса, вверх, все более вертикально. В городе Возрождения преобладает перспектива, стремление вдаль, к новым горизонтам, город Возрождения более горизонтальный. Это обусловлено разным мировоззрением эпох. Средневековый человек стремится к Небу, вознестись, покаявшись и смирившись, отречься от земного. Люди Возрождения возносятся путем обретения личного опыта и познания Божественных законов.

Поиски идеального города способствовали творческим поискам многих архитекторов, они вели к гармонии и красоте. Идеальный город всегда существует внутри города реального, так же отличный от него, как мир мысли от мира фактов, как мир воображения от мира фантазии. И если уметь мечтать так, как это делали мастера Ренессанса, то можно увидеть этот город – Город Солнца.

Литература:

1. Корсакова Л.В., Оплетева О.Н. Проблемы бытия и познания в современной философии : учеб. пособие. – Краснодар : Изд. КубГТУ, 2018. – 106 с.

2. Корсакова Л.В., Оплетаяева 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.

3. Сванидзе А.А., Возникновение и рост средневековых городов. Их роль в феодальном обществе // История средних веков. В 2 т. : Учебник / Под ред. С.П. Карпова. – М. : Изд-во МГУ; ИНФРА-М, 2000. – С. 243–270.

4. Стам С.М. Избранные труды. Средние века: город, ереси, Возрождение, Реформация. – Саратов : «Научная книга», 1998. – С. 58–72.

Literature:

1. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Problems of being and cognition in modern philosophy : textbook. – Krasnodar : Izd. KubGTU, 2018. – 106 p.

2. Korsakova L.V., Opletaeva O.N. Philosophy of sound: 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.

3. Svanidze A.A., Emergence and growth of medieval cities. Their role in feudal society // History of the Middle Ages. In 2 vol. Textbook / Ed. by S. P. Karpova. – M. : Publishing House of Moscow State University, Russia, INFRA-M, 2000. – P. 243–270.

4. Stam S.M. Selected Works. The Middle Ages: City, Heresies, Renaissance, Reformation. – Saratov : Nauchnaya Kniga, 1998. – P. 58–72.

**СВАРОЧНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ
НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ТРУБОПРОВОДОВ**

WELDING AND ASSEMBLY WORKS ON VARIOUS TYPES OF PIPELINES

Крашенинников Владислав Денисович

студент кафедры «Теплоэнергетики и теплотехники»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
vladhh77777@mail.ru

Приходько Марина Геннадьевна

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

Аннотация. Рассмотрены способы сварки соединений различных типов трубопроводов, отражены особенности при изготовлении и соединении трубопроводов.

Ключевые слова: сварка, стык, магистральные трубопроводы, промышленные трубопроводы, разделка кромок.

Krasheninnikov 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

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. Methods of welding joints of various types of pipelines are considered, features of the manufacture and connection of pipelines are reflected.

Keywords: welding, joint, main pipelines, field pipelines, cutting edges.

Для строительства магистральных трубопроводов применяют трубы стальные бесшовные, электросварные прямошовные, спиральношовные и других специальных конструкций из спокойных и полуспокойных углеродистых сталей диаметром до 500 мм, из спокойных и полуспокойных низколегированных сталей диаметром до 1020 мм и низколегированных сталей в термически или термомеханически упрочненном состоянии диаметром до 1420 мм.

Сталь для труб должна хорошо свариваться дугowymi методами и стыковой электроконтактной сваркой. Наибольшее влияние на качество сварки оказывает содержание в ней углерода. Другие элементы также влияют на свариваемость, но не одинаково и в меньшей мере.

Сборка стыков труб под сварку включает следующие виды работ : подготовку труб (правка концов и очистка поверхности свариваемых кромок), установку труб, цен-

тровку и стяжку труб, проверку сопряжений кромок и сборочных баз, подгонку сопрягаемых элементов и деталей, закрепление (фиксацию) свариваемых кромок.

Резку труб производят методом газокислородной резки или плазменно-дуговой резки. К основному оборудованию для газовой резки относятся машины, установки и аппаратура для газопламенной обработки, ацетиленовые генераторы, баллоны для хранения и транспортирования сжатых газов, резаки, а также регулирующая и коммуникационная аппаратура – редукторы, вентили, рукава (шланги) и др.

После сварки стыки труб подвергают термической обработке по режиму высокотемпературного отпуска. Монтаж и сварка неповоротных стыков трубопроводов в непрерывную нитку выполняют из двух – или трехтрубчатых секций.

Высокое качество сварочных работ на строительном-монтажных участках обеспечивается хорошей организацией и контролем сварочного производства. Под контролем качества сварки подразумевается проверка условий и порядок выполнения сварочных работ, а также определение качества выполненных сварных соединений в соответствии с техническими требованиями.

Операционный контроль в процессе изготовления сварных соединений нефте – и газопроводов осуществляется на всех стадиях монтажа и правильная организация его является надежной гарантией безаварийной эксплуатации магистральных трубопроводов. Операционный контроль, проводимый на всех этапах строительства, распространяется на следующее:

- проверку состояния и качества материалов, подлежащих сварке;
- организацию хранения и выдачи сварочных материалов (электродов, сварочной проволоки, флюсов и др.) сварщикам;
- подготовку конструкций под сварку с соблюдением требуемой формы разделки кромок, их чистоты, качества сборки и т.п.;
- соблюдение последовательности, чередования сборочных и сварочных операций в соответствии с технологической документацией;
- соблюдение установленных режимов сварки и порядка наложения швов;
- использование электросварщиков требуемой квалификации;
- качество и своевременность выполнения сопутствующих и последующих операций (послойная очистка, подогрев, термическая обработка и т.д.);
- соответствие установленным требованиям внешних условий выполнения сварочных работ (температура окружающего воздуха и свариваемого металла, отсутствие сквозняка, влаги и т.п.);
- исправность электросварочного оборудования и применяемой оснастки и т.д.

На строительстве промышленных трубопроводов применяют две схемы организации выполнения сварочно-монтажных работ:

- базовая схема организации сварочно-монтажных и изоляционных работ;
- полевая схема, осуществляется при небольших объемах работ и при соответствующем технико-экономическом обосновании.

При поточной варке секций труб промышленных трубопроводов в основном используют ручную дуговую сварку. Применяют и стыковую сварку оплавлением непрерывной нитки трубопровода.

При сварке промышленных трубопроводов должны применяться трубы, соединительные детали, электроды, соответствующие требованиям государственных стандартов и технических условий.

В зависимости от типа сварочного соединения и рабочих параметров промышленных трубопроводов допускается применять следующие способы сварки плавлением:

- ручную дуговую специально регламентированными электродами;
- автоматическую дуговую под слоем флюса;
- ручную аргонодуговую;

- полуавтоматическую дуговую в среде углекислого газа;
- порошковой проволокой с принудительным формированием сварочной ванны;
- газовую ацетилено-кислородную.

Для сварки каждым способом должны быть разработаны операционные технологические карты. Разделка кромок труб осуществляется как механической обработкой, так и газовой резкой с последующей зачисткой шлифовальной машинкой.

Смещение кромок для бесшовных труб не должно превышать 2 мм. Смещение кромок электросварных труб не должно превышать 20 % нормальной толщины стенки, но не более 3 мм. Перед сборкой под сварку бесшовных труб рекомендуется провести селективный подбор концов труб. Концы труб, не обеспечивающие требуемой точности сборки стыков под сварку, могут быть расточены или откалиброваны.

Калибровку (раздачу) выполняют с целью уменьшения эллиптичности концов труб и уменьшения поля допуска по диаметру. При проведении этой операции торцы труб не должны быть выведены за пределы допусков по наружному диаметру.

В зависимости от типа трубопровода применяются различные методы строительства и сварки стыков труб. Благодаря правильно выбранной методике соединения труб повышается надежность объектов газонефтеперерабатывающих систем.

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 : Издательский Дом – Юг, 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. 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.
7. Эффективное решение для тампонирования скважин в новых нефтепромысловых районах / И.А. Терещенко [и др.] // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 5 (172). – С. 31–33.
8. Новый этап освоения месторождений Ямальской нефтегазоносной области / Г.М. Чудаков [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2016. – № 11. – С. 43–54.
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. 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.
11. 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.
12. 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.
13. Применение односоплового 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. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.
2. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 169–172.
3. Chudakov G.M., Tereschenko 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.] // Nauka. 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.
5. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas tankers / V.I. Dunayev [et al.] // Nauka. 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. 33–36.
6. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War; FSBEU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
7. Effective solution for plugging wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
8. New stage of field development in the Yamal oil and gas bearing region / G.M. Chudakov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of the Kuban State Technical University». – 2016. – № 11. – P. 43–54.
9. Feasibility of ultrasonic control in diagnostics of drilling tools / P.S. Kunina [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2018. – № 8. – P. 32–37.
10. 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.
11. Adjustment of 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.
12. Tereshchenko 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.
13. Application of single-nozzle ejection jet device for inhibitor injection into the field pipeline / A.V. Polyakov [et al.] // Electronic Scientific Journal of Oil and Gas Business. – 2012. – № 1. – P. 151–157.

**УМЕНИЕ УПРАВЛЯТЬ СВОИМ ВРЕМЕНЕМ КАК ЛИЧНОСТНЫЙ РЕСУРС
БУДУЩЕГО ПРОФЕССИОНАЛА**

**THE ABILITY TO MANAGE YOUR TIME AS A PERSONAL RESOURCE
OF A FUTURE PROFESSIONAL**

Крутых Елена Валерьевна

кандидат психологических наук, доцент,
доцент кафедры «Истории, философии и психологии»
института «Фундаментальных наук»,
Кубанский государственный технологический университет
elena_krutyh@mail.ru

Аннотация. Описаны результаты изучения сформированности у студентов умения рационально использовать своё время. Выявлено, что у половины студентов это умение сформировано на среднем уровне. Это студенты пытаются овладеть своим временем, но им не хватает последовательности в действиях, соответствующих знаний. Поэтому их деятельность не всегда успешна.

Ключевые слова: время, планирование, самоменеджмент, тайм-менеджмент, студент.

Krutykh Elena Valerievna

PhD in Psychology,
Assistant Professor of the Department of History, Philosophy and Psychology,
Institute «Fundamental Sciences»,
Kuban State Technological University
elena_krutyh@mail.ru

Annotation. The results of studying the formation of Students' ability to use their time rationally are described. Half of the Students have developed this skill at an intermediate level. They are trying to master their time, but they lack consistency in actions, knowledge. Therefore, their activities are not always successful.

Keywords: time, planning, self-management, time management, Student.

*Не говорите, что у вас нет времени.
Времени у вас ровно столько же,
сколько его было у Микеланджело,
Леонардо да Винчи, Томаса Джефферсона,
Пастера, Хелен Келлер, Альберта Эйнштейна*

Джексон Браун-младший

Введение. Одной из проблем выпускников вузов является их дальнейшее трудоустройство. Важно не только найти работу по специальности, но и шаг за шагом выстраивать своё профессиональное развитие, реализовывать свой карьерный потенциал. И здесь нужны не только теоретические и практические знания и умения, полученные в вузе. Молодому специалисту необходимо научиться планировать свою деятельность, продумывать свои действия и поведение, грамотно распределять рабочее время, и за всё это нести ответственность.

Сегодня всё перечисленное называется модным словом – самоменеджмент – управление своими ресурсами, среди которых одним из самых важных является время [1]. За рубежом умение организовывать время называется тайм-менеджмент, а в советское время старшее поколение знало аббревиатуру НОТ – научная организация труда.

Вопрос «Как управлять временем?» был и остаётся актуальным в наши дни. Мы часто сетуем на то, что «нам не хватает времени», «мы ничего не успеваем», «Земля стала быстрее вращаться» и т.д. Да, у времени особый статус в жизни человека. И тот, кто умеет им управлять, является не только хорошим профессионалом, но и успешным человеком в своей жизни.

Многие студенты в процессе учёбы в вузе задумываются о построении своей карьеры и начинают свою трудовую деятельность, будучи ещё студентами. Это разумное решение, но оно требует правильной организации своего времени, совмещения времени учёбы с временем работы. Однако исследование, проведённое Филяковой А.С. и Белой Н.В., показало, что планируют своё время только 49 % опрошенных студентов. Из студентов, которые не планируют время, 15 % считают это пустой тратой времени, остальные не задумываются над существующей проблемой [2].

Мы предположили, что у студентов-магистров будет иное отношение ко времени.

Материалы и методы исследования. Было проведено пилотажное исследование на базе института нефти, газа и энергетики Кубанский государственный технологический университет. Выборку составили 37 студентов-магистров первого курса очной формы обучения по направлению подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело». Все студенты совмещали учёбу с работой.

Использовался опросник «Умение рационально использовать время» [3]. Наша цель состояла не только в том, чтобы студенты проанализировали результаты исследования, узнали, в какой мере у них это умение развито, но и для того, чтобы они активизировали свои усилия в совершенствовании данного умения.

Для обработки данных, полученных в результате исследования, применялись методы математической статистики : расчет моды, медианы, среднего значения, ряд процентных соотношений по выбранным показателям.

Результаты исследования. Анализ результатов исследования проводился в два этапа. На первом этапе выяснилось, в какой степени у магистров сформировано умение рационально использовать время (рис. 1).

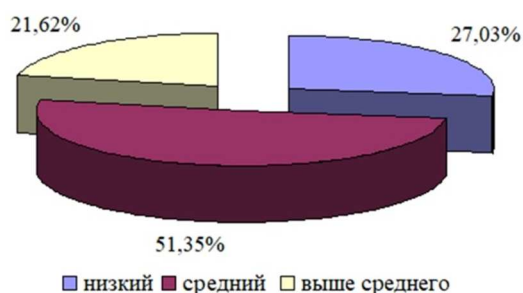


Рисунок 1 – Уровни сформированности у студентов умения рационально использовать время

Мы видим, что у половины студентов это умение сформировано на среднем уровне. Они пытаются овладеть своим временем, но им не хватает последовательности в действиях, соответствующих знаний. Поэтому их деятельность не всегда успешна.

Выявлено примерно одинаковое количество студентов с низким уровнем умения рационально использовать время и с уровнем выше среднего.

Студенты с преобладающим низким уровнем умения рационально использовать время не планируют его, подвержены внешним обстоятельствам. Они не умеют выделять главное в своей деятельности, не умеют расставлять приоритеты.

Уровень умения рационально использовать время выше среднего говорит о хорошем тайм-менеджменте у студентов. Однако студентов с высоким уровнем данного умения не выявлено.

На втором этапе изучались особенности тайм-менеджмента магистров. В ходе исследования ответов на вопросы опросника было выявлено следующее (рис. 2):

– Только небольшое количество магистров предусматривают в начале рабочего дня время для планирования своей деятельности, большая часть из них делают это время от времени.

– Почти половина студентов часто стремится перепоручить другим коллегам всё, что можно перепоручить и только четвертая часть магистров почти никогда этого не делают.

– Также многие магистры пытаются письменно фиксировать задачи, стоящие перед ними и продумывать сроки их решения, в то же время более половины из них никогда этого не делают или делают иногда.

– Многие из них ежедневно составляют список предстоящих дел, упорядочивая их по приоритетам; стремятся во время работы не отвлекаться на посторонние телефонные разговоры; могут сказать «нет» другим, когда необходимо выполнить важную работу не отвлекаясь на менее значимые дела.

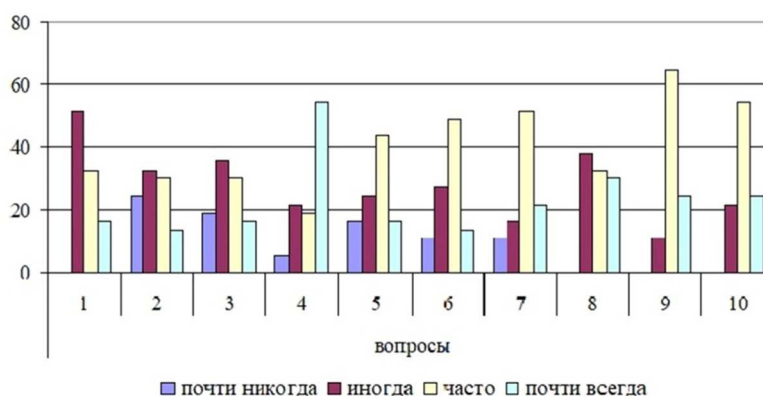


Рисунок 2 – Распределение показателей исследования по вопросам, %

Заключение. Таким образом, исследование показало, что студентами недостаточно осознаётся важность рационального использования времени, что в конечном итоге может отразиться на их профессиональной успешности. При этом следует отметить, что ответы студентов на вопросы опросника отражают их самооценку, которая не всегда бывает адекватной. И студентов, которые не применяют приёмы рационального использования времени, может быть значительно больше.

Проведенное исследование не освещает в полной мере обозначенную проблему и может рассматриваться как начальный этап дальнейших исследований в области тайм-менеджмента студентов.

А любой студент при желании может научиться управлять своим временем, планировать свой рабочий день, рационально использовать время на работу и на отдых.

Литература:

1. Крикун О.А. Самоменеджмент. – Х. : ХНУ имени В.Н. Каразина, 2014. – 344 с.
2. Филякова А.С., Белая Н.В. Проблема отношения студентов ко времени как к ценному ресурсу // Ползуновский альманах. – 2011. – № 4/2. – С. 303–306.
3. Методика «Умение рационально использовать время». – URL : <http://azps.ru/tests/2/raciotime.html> (дата обращения : 06.01.2015 г.).

Literature:

1. Krikun O.A. Self-management. – X. KhNU named after V. N. Karazin, 2014. – 344 p.
2. Filyakova A.S., Belaya N.V. Problem of students' attitude to time as a valuable resource // Polzunov Almanac. – 2011. – № 4/2. – P. 303–306.
3. Methodology of «Rational Use of Time». – URL : <http://azps.ru/tests/2/raciotime.html> (access date : 06.01.2015).

СТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В ДОПЕТРОВСКОЙ РОССИИ

FORMATION OF THE EDUCATIONAL SYSTEM IN PRE-PETRINE RUSSIA

Кузьменко В.Г.

студентка 3 курса направления подготовки 44.03.05 Педагогическое образование факультета истории, социологии и международных отношений, Кубанский государственный университет

Аннотация. В статье анализируется уровень грамотности в допетровскую эпоху и развитие образования. До XVI века образование на Руси было тесно связано с церковью и имело в большей степени школьный уровень. Большие изменения в образовании происходят в XVII в., когда появляются светские школы и даже высшие учебные заведения. К началу преобразований Петра I в России возникла прослойка образованного населения не только среди духовенства и дворянства, но и среди горожан и крестьян.

Ключевые слова: Россия, становление системы образования, церковные школы, уровень грамотности, петровские преобразования

Kuzmenko V.G.

3-year student of the direction of training 44.03.05 Pedagogical education of the Faculty of History, Sociology and International Relations, Kuban State University

Annotation. The article analyzes the level of literacy in the pre-Petrine era and the development of education. Until the XVI century, education in Russia was closely connected with the church and had more of a school level. Great changes in education took place in the XVII century, when secular schools and even higher educational institutions appeared. By the beginning of the reforms of Peter I in Russia there was a stratum of educated population not only among the clergy and nobility, but also among the townspeople and peasants.

Keywords: Russia, formation of the education system, church schools, literacy level, Peter's transformations

Средневековая традиция сообщала, что в эпоху язычества у славян не было письменности, а развитие грамотности началось с христианизации. Славянскую азбуку создали в IX веке монахи Кирилл и Мефодий на основе македонского языка, а уже в следующем веке она распространилась на Руси. Первые школы были связаны с православными храмами. Так, «Повесть временных лет» сообщает, что князь Владимир «послал собирать у лучших людей детей и отдавать их в обучение книжное» [1, с. 32]. Такой же практики придерживался и князь Ярослав, который «прииде к Новгороду, и събрав от старост и от попов детей 300 учить книгом» [1, с. 33].

От Древней Руси до нас дошло немало число берестяных грамот (особенно из Новгорода), которые свидетельствовали, что широкие слои населения использовали грамоту в быту. На бересте писали о самых повседневных заботах, а также письма к другим людям, вели хозяйственные записи [2, с. 125–130]. Помимо бересты на Руси использовали для письма восковые дощечки. Известно, что церковные школы были не только в Новгороде и Киеве, но и в других городах (Полоцке, Владимире, Нижнем Новгороде). Доказательством развития образования являются и летописи, что имелись в каждом крупном городе [3, с. 56].

Однако с эпохи монгольского нашествия произошёл заметный упадок русской культуры. Разорение постигло не только города и ремёсла, пострадала и система образования, были разорваны культурные связи с Европой и Византией. С XIII века грамотность сохраняется, судя по всему, только в церквях и монастырях. На севере Руси, в Пскове и Новгороде, что не были затронуты разорением, уровень образования был более высоким, чем в Московском княжестве. Сам термин «школа» впервые появляется в источниках с XIV века [4, с. 49].

До XVI века образование на Руси имело в большей степени начальный, школьный уровень и было тесно связано с церковью. Письму и чтению обучали лишь в связи с необходимостью читать священные книги, высших учебных заведений не существовало (тогда как Парижский университет был основан в 1208 г., а Оксфордский в 1096 г.). При этом расцвет образования в домонгольской Руси сменился упадком XIV–XV веков. Это подтверждается и современниками, что засвидетельствовано в «Стоглаве» (собрании постановлений церковного Стоглавого собора 1551 года), упоминающем, что в старые времена было намного больше училищ и грамотных людей, чем сейчас [5, с. 724].

Стоглавый собор констатировал плохое состояние грамотности среди духовенства и отсутствие школ, предписал священникам и дьякам в русских городах создать училища для обучения грамоте [6, с. 113]. Грамотные и образованные люди нужны были государству, которое ставило задачу проведения писцовых описаний, в первую очередь для фискальных целей [7, с. 89–102]. Профессиональных писцов на государственной службе было немного, другим центром знаний оставались монастыри, где продолжалась традиция переписывания книг. Для частных лиц образование оставалось делом самостоятельным и прежде всего домашним.

Государство в лице своих представителей было весьма активно в идее развития обучения и привлечения иностранных специалистов. Уже при князе Василии III в Россию был приглашён образованный византиец Максим Грек, который должен был перевести на русский язык греческие книги. Иван IV был ещё более настойчив в этом – в 1551 году он отправил в Константинополь русского отрока, дабы тот обучился греческому языку. Он хотел создать в завоёванной Ливонии сеть школ по европейскому образцу. При царе Фёдоре Иоанновиче русских людей отправляли в Данию и Англию для обучения языкам. Широкую программу внедрения образования имел Борис Годунов, который не только писал германскому императору с просьбой прислать учёных и художников, но и планировал учредить школы и университеты [5, с. 736].

Круг образованных людей в России того времени был весьма узок, важную роль в нём играли выходцы из западной и южной Руси, что попала под власть Польши, где связи с Европой были куда активнее. Так, в 1520–1530 гг. интеллектуальный кружок сложился вокруг византийца Максима Грека, в который входили как люди церкви, так и представители дворянства. В правление Ивана Грозного был известен публицист Иван Пересветов, который написал целый ряд поучений и рекомендаций по реформированию страны. Князь Андрей Курбский, что начал как член Избранной рады, а потом стал изгнанником, также был известен как весьма образованный человек, о чём свидетельствует и его переписка с царём. Образованными людьми слыли и другие члены Избранной рады – Адашев, протопоп Сильвестр, да и сам Иван IV имел репутацию начитанного человека.

Новая эпоха в России, начавшаяся после Смуты, ознаменовалась весьма широкими и радикальными изменениями во многих сферах, образование здесь не было исключением. В это время появились первые настоящие школы и даже высшие учебные заведения, светская культура и наука всё больше освобождались от церковных ограничений, книгопечатание совершило огромный скачок. Если в начале века грамотных людей было совсем немного, то к концу появилась прослойка образованного населения не только среди духовенства, но и дворянства, и даже среди горожан и крестьян. В самой

России подъём образования был обусловлен прежде всего экономическими причинами. В XVII веке шло постепенное складывание единого рынка, появилась промышленность, расширялась и география, началось освоение Сибири. Всё это требовало большого количества грамотных людей и образованных специалистов, что предопределило и активность государства в деле просветительства.

Важное значение как для школьного, так и для домашнего обучения имел выпуск букварей. В 1634 году появился букварь Василия Бурцева, что был сделан на основе виленского букваря 1624 года. В 1637 году букварь пережил второе издание, его напечатали тиражом в 100 тысяч экземпляров, он продавался по цене в одну копейку, что было дешёво для того времени. В 1679 году выходил букварь Симеона Полоцкого, а в 1694 году – букварь Кариона Истомина, снабжённый качественными иллюстрациями Леонтия Бунина. Буквари той эпохи содержали в себе не только азбуку, но и краткие словари, статьи на различные темы.

Широкое распространение получили и азбукovníки (прообраз учебников того времени) – изначально это были словари иностранных слов, но потом в них появились сведения о самых разных областях знаний, что роднит их с энциклопедиями. Азбукovníки знакомили с азами философии, биографиями античных авторов, византийскими сочинениями, основами географии и истории. Более специализированным учебником была «Грамматика» Мелетия Смотрицкого, вышедшая в 1648 году. Известны в XVII веке и несколько учебников по арифметике, астрономии, товарному делу.

В 1621 году в Немецкой слободе в Москве была открыта лютеранская школа, где изучали латынь и немецкий язык, туда отправляли и русских детей. В 1640-е годы появилась школа при Андреевском монастыре, открытая на деньги боярина Ртищева. В 1630-е годы школа возникла на базе Чудова монастыря, куда в 1650 году перебрался известный педагог Епифаний Славинецкий. С 1664 года в Москве действовала открытая Симеоном Полоцким школа для сотрудников государственного приказа Подъячих дел, позже в качестве преподавателя там выступал Сильвестр Медведев, который в 1682 году значительно расширил учебную программу [8, с. 150].

За XVII век уровень грамотности в России заметно вырос, школьное образование хотя и не было всеобщим, однако на начальном уровне было весьма широко распространено. По подсчётам исследователей, к концу века среди помещиков грамотных было около 60 %, среди купцов – почти 90 %, среди горожан – 40 % и даже среди крестьян было до 15 % грамотных [4, с. 112].

Такой уровень грамотности населения подготавливал почву для дальнейших петровских реформ, введения гражданской азбуки и появления целой сети школ и учебных заведений.

Литература:

1. Сидоров А.А., Луппов С.В. Книга в России до середины XIX века. – М., 1978. – 320 с.
2. Степанова Л.Г. Цена хлеба и хлебные цены в Русском государстве XVI в. // Научные ведомости Белгородского Государственного университета. Серия : История. Политология. – 2015. – № 7 (204). – С. 125–130.
3. Муравьёв В.А., Сахаров А.М. Очерки истории русской культуры IX–XVII вв. – М., 1978. – 336 с.
4. Студеникин М. Становление и развитие школьного исторического образования в России XVI – начала XX века. – М., 2011. – 225 с.
5. Милюков П.Н. Очерки по истории русской культуры. – М., 2007. – 491 с.
6. Егоров С.Ф., Пушкарёв Л.Н., Щапов Я.Н. Антология педагогической мысли Древней Руси и Русского государства XIV–XVII вв. – М., 1985. – 367 с.

7. Степанова Л.Г. Урожайность зерновых культур в конце XV – начале XVI в. (По данным новгородских писцовых книг) // Вестник Московского университета. Серия 8. История. – 2000. – № 5. – С. 89–102.

8. Очерки русской культуры XVII века. – М., 1979. – 350 с.

Literature:

1. Sidorov A.A., Luppov S.V. Book in Russia to the middle of the 19th century. – М., 1978. – 320 p.

2. Stepanova L.G. Price of Bread and Bread Prices in the Russian State in the XVI Century // Bulletin of Belgorod State University. Series: History. Political Science. – 2015. – № 7 (204). – P. 125–130.

3. Muravyov V.A., Sakharov A.M. Essays on the History of Russian Culture IX–XVII centuries. – М., 1978. – 336 p.

4. Studenikin M. Formation and development of school history education in Russia XVI – early XX century. – М., 2011. – 225 p.

5. Milyukov P.N. Essays on the History of Russian Culture. – М., 2007. – 491 p.

6. Egorov S.F., Pushkaryov L.N., Shchapov Y.N. Anthology of Pedagogical Thought of Ancient Rus' and the Russian State in the XIV–XVII Centuries. – М., 1985. – 367 p.

7. Stepanova L.G. Crop yield at the end of XV-beginning of XVI century (According to the Novgorod scribe-books) // Bulletin of Moscow University. Series 8, History. – 2000. – № 5. – P. 89–102.

8. Essays on Russian culture of the 17th century. – М., 1979. – 350 p.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА НПС И ИХ РАССТАНОВКА ПО ТРАССЕ

DETERMINATION OF THE NUMBER OF NPSC AND THEIR PLACEMENT ALONG THE ROUTE

Лежнев Всеволод Викторович

доцент кафедры Теоретической физики и компьютерных технологий,
Кубанский государственный университет
dunayev1964@bk.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры «Оборудование 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

Аннотация. Рассмотрен алгоритм определения числа НПС, а также их расположение на нефтепроводе. Приведены математическая и графическая методики расчета.

Ключевые слова: насосная станция, пропускная способность, напор, расход, гидравлический уклон, трубопровод.

Lezhnev Vsevlod Viktorovich

Assistant Professor
Department of «Theoretical Physics and Computer Technologies»,
Kuban State University
dunayev1964@bk.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

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

Annotation. An algorithm for determining the number of oil pumping stations, as well as their location on the pipeline, is considered. Mathematical and graphical calculation methods are presented.

Keywords: pumping station, throughput, head, flow rate, hydraulic slope, pipeline.

Необходимое для обеспечения заданной пропускной способности нефтепровода число НПС определяется из уравнения балансов между полными потерями напора в трубопроводе и напором развиваемым насосами НПС. Для эксплуатационного участка оно может быть записано следующим образом

$$h_n + n_0 \cdot H_{ст} = H + h_k, \quad (1)$$

где h_n – начальный напор в участке (напор развиваемый подпорными насосами); n_0 – теоретическое число НПС; $H_{ст} = kH_n - h_{ст}$ – напор развиваемый НПС; k – количество рабочих магистральных насосов на, НПС; H_n – напор развиваемый одним насосом; $h_{ст} = 15 \div 20$ м – внутростанционные потери напора; $h_k = 20 \div 40$ м – остаточный напор в конце участка.

Из (1) теоретическое число НПС будет равно

$$n_0 = \frac{H + h_k - h_n}{H_{ст}}. \quad (2)$$

Практически всегда n_0 будет получаться в виде неправильной дроби и возникает необходимость округления числа НПС.

При округлении в большую сторону суммарный напор всех НПС будет превышать необходимый для обеспечения заданной пропускной способности. Если характеристику НПС представить аналитически

$$H_{ст} = a - b \cdot Q^{2-m}, \quad (3)$$

где a и b – коэффициенты позволяющие описать характеристику НПС, то уравнение баланса напоров можно записать в следующем виде

$$h_n + n(a - bQ^{2-m}) = \beta \frac{Q^{2-m} \cdot v^m}{D^{5-m}} L + \Delta z + h_k. \quad (4)$$

В этом случае

$$Q = \left(\frac{n \cdot a + h_n - \Delta z - h_k}{\beta \frac{v^m L}{D^{5-m}} + n \cdot b} \right)^{\frac{1}{2-m}}. \quad (5)$$

Если повышение пропускной способности не желательно, напор развиваемый всеми НПС необходимо снизить на величину

$$\Delta H = (n - n_0) \cdot H_{ст}. \quad (6)$$

Это возможно выполнить заменой рабочих колес на части насосов или обточкой рабочих колес. Во избежание снижения к.п.д. насосов обточка не должна превышать 10 %.

Если суммарный напор НПС не снизить, то величина ΔH будет потеряна на дроселирование.

При округлении в меньшую сторону ($n < n_0$) пропускная способность нефтепровода снизится. Для повышения ее до заданного уровня используют прокладку лупинга для снижения потерь напора в трубопроводе на величину

$$x = \frac{(n_0 - n) \cdot H_{ст}}{i - i_0}, \quad (7)$$

где i – гидравлический уклон нефтепровода, представляющий собой потерю напора на трение на единице длины нефтепровода

$$i = \frac{h_{\text{л}}}{l}; \quad (8)$$

$i_{\text{л}}$ – гидравлический уклон лупингованного участка

$$i_{\text{л}} = \omega \cdot i. \quad (9)$$

При одинаковых диаметрах лупинга и магистрали :

$$\omega = \frac{1}{2^{2-m}}, \quad (10)$$

где $\omega = 0,296$ – для зоны Блазиуса, $\omega = 0,272$ – для зоны смешанного трения.

Принятые НПС надо расставить по трассе МН таким образом, чтобы давление за НПС не превышало допустимого по прочности трубопровода или насоса, а на входе в НПС не было меньше допустимого гарантирующего бескавитационный режим работы насосов.

$$(h + H_{\text{ст}}) \rho g < P_{\text{д}}, \quad (11)$$

$$h > \Delta h_{\text{д}} + \frac{P_{\text{с}} - P_{\text{а}}}{\rho g} + h_{\text{вст}}, \quad (12)$$

где h – напор на входе в НПС; $P_{\text{д}}$ – допустимое давление труб МН; $\Delta h_{\text{д}}$ – допустимый кавитационный запас насоса; $P_{\text{с}}$ – давление насыщения нефти, $P_{\text{а}}$ – атмосферное давление, $P_{\text{а}}$; $h_{\text{вст}}$ – потери напора в трубопроводах от магистрали до входа в первый работающий насос

$$h_{\text{вст}} \approx 10 \text{ м}. \quad (13)$$

Для горизонтального нефтепровода давление в любой точке участка может быть определено следующим образом

$$P_0 = P_1 - i \cdot x \cdot \rho \cdot g,$$

где P_0 – давление в любой точке гидравлического участка нефтепровода, Па; P_1 – давление на выходе НПС, Па; x – расстояние от начала участка, м

$$i = \frac{h_{\text{л}}}{l} = \beta \frac{Q^{2-m} v^m}{D^{5-m}} = \text{idem}. \quad (14)$$

Таким образом, в горизонтальном газопроводе давление снижается равномерно по длине участка.

Линия показывающая изменение давление по длине нефтепровода получила название линии гидравлических уклонов. Из (14) видим, что гидравлический уклон геометрически является тангенсом угла наклона линии гидравлических уклонов по отношению к горизонтальной линии трубопровода.

Для реального трубопровода изменение давления по длине участка будет зависеть от Δz

$$P = P_0 - \Delta z_x \cdot \rho \cdot g, \quad (15)$$

где P – давление в любой точке участка реального МН, Па; $\Delta z = z_x - z_1$ – разность геодезических отметок участка, м.

Разность геодезических отметок может значительно повлиять на распределение давления по длине участка. Для облегчения задачи определения положения НПС ис-

пользуется графический метод их расстановки. Для этого на сжатом профиле трассы, начиная с головной НПС, по вертикали от отметки трассы откладывают, с учетом вертикального масштаба, напор на выходе НПС. Из полученной точки строят линию гидравлических уклонов. Расстояние между профилем трассы и линией гидравлически уклонов дает напор в любой точке участка. Выбрав точку трассы, где напор равняется желаемому напору на входе в НПС, принимают ее за место возможной установки очередной НПС. Далее анализируют возможность и целесообразность сооружения НПС в выбранном месте. Место строительства может быть сдвинуто влево до максимального значения давления на входе НПС. Из (12)

$$h_{\max} = \frac{P_d}{\rho g} - H_{\text{ст}}. \quad (16)$$

Вправо НПС может быть сдвинута до выполнения условия

$$h_d = \Delta h_d + \frac{P_s - P_a}{\rho g} + h_{\text{вст}}. \quad (17)$$

Если желаемое место строительства НПС выходит за пределы этих границ, то это может быть реализовано используя прокладку лупинга и изменение диаметра рабочих колес насосов.

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 : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 169–172.
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. 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.
8. 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. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.
2. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 169–172.
3. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. 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.
4. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas tankers / V.I. Dunayev [et al.] // Nauka. 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. 33–36.
5. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War; FSBEU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
6. Effective solution for plugging wells in new oilfield areas / I.A. Tereschenko [et al.] // Oil. Gas. Innovations. – 2013. – № 5 (172). – P. 31–33.
7. Analysis of foam structure during defoaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 162–166.
8. Analysis of ways of control of leakages from pipelines / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ

PIPELINE INSULATION EQUIPMENT

Лежнев Всеволод Викторович

доцент кафедры Теоретической физики и компьютерных технологий,
Кубанский государственный университет
dunayev1964@bk.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры «Оборудование 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

Аннотация. Рассмотрено оборудования, предназначенное для изоляции трубопроводов.

Ключевые слова: трубопровод, изоляция, механизированный способ, полимерные ленты, электропривод.

Lezhnev Vsevlod Viktorovich

Assistant Professor
Department of «Theoretical Physics and Computer Technologies»,
Kuban State University
dunayev1964@bk.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

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

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 шпуделдержателями 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 обертки. 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 полотнами, 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 полотнами, 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 : Издательский Дом – Юг, 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 the regions of Russia with the use of mobile gas tankers / V.I. Dunayev [et al.] // Nauka. 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. 33–36.

2. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / A.V. Polyakov [et al.] // Nauka. 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.
3. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 169–172.
4. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.
5. Tereschenko I.A., Polyakova V.V. Project of ecological installation for biodiesel production // Nauka. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference devoted to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War; FSBEU VPO «KubGTU». – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 202–204.
6. Analysis of foam structure during defoaming / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vols. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 162–166.
7. Analysis of ways of control of leakages from pipelines / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 167–171.

**АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ОТКРЫТОГО БАСЕЙНА**

**ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR DETERMINING
THE HEAT LOSS OF AN OUTDOOR SWIMMING POOL**

Леонова Татьяна Александровна

студент института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
tatyanka2000@inbox.ru

Кочарян Евгений Валерьевич

доцент кафедры «Теплоэнергетики и теплотехники»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
kocha99@mail.ru

Гапоненко Александр Макарович

профессор кафедры «Теплоэнергетики и теплотехники»
института «Нефти, газа и энергетики»,
Кубанский государственный технологический университет
kafedra-tt@mail.ru

Аннотация. Рассмотрена проблема, связанная с отсутствием адекватной математической модели, позволяющей корректно рассчитывать тепловые и массовые потери открытых плавательных бассейнов. Проведен анализ существующих методик определения теплопотерь открытых бассейнов.

Ключевые слова: математическая модель, открытые плавательные бассейны, тепло-массообмен, массовые и тепловые потери.

Leonova Tatyana Aleksandrovna

Student,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
tatyanka2000@inbox.ru

Kocharyan Evgenij Valeryevich

Associate Professor of the Department of Heat Power Engineering,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
kocha99@mail.ru

Gaponenko Aleksandr Makarovich

professor of the Department of Heat Power Engineering,
Institute «Oil, gas and energy»,
Kuban State Technological University
kafedra-tt@mail.ru

Annotation. considered the problem associated with the lack of an adequate mathematical model that allows to correctly calculate the heat and mass losses of outdoor swimming pools. The analysis of the existing methods for determining the heat loss of outdoor pools is carried out.

Keywords: mathematical model, open swimming pools, heat and mass transfer, mass and heat losses.

В настоящее время существуют различные методы для определения тепловых потерь открытого бассейна и расчета системы подогрева. Большинство монтажных организаций принимает решение исходя из объема воды в бассейне, другие пользуются онлайн-калькуляторами, которые выполняют вычисления по непроверенным формулам.

Проблема состоит в том, что на данный момент не существует единой математической модели, которое позволило бы достаточно точно рассчитать нагрузку на системы подогрева, что имеет ключевое значение при проектировании бассейна. Некорректный учет теплотерь бассейна ведет к необоснованному увеличению или занижению капитальных и эксплуатационных затрат, а также неэффективному режиму его работы.

В общем случае, тепловые потери открытого бассейна при его эксплуатации имеют следующие составляющие:

1. *Потери теплоты с испарением воды с зеркала бассейна.* Эти потери наиболее значительны и по данным разных источников составляют от 50 до 70 %.

2. *Потери теплоты за счет естественной и вынужденной конвекции.* Существенное влияние на эти параметры имеют термодинамические параметры на границе раздела «воздух-вода», а также скорость ветра и скорость течения у поверхности зеркала бассейна.

3. *Потери теплоты в грунт.* Эти потери зависят от конструктивных особенностей бассейна, а также от коэффициента теплопроводности грунта и его температуры на заданной глубине.

4. *Потери теплоты за счет излучения в окружающую среду.* Существенно изменяются с географическим положением, зависят от температуры и встречной интенсивности солнечного излучения.

5. *Потери на нагрев подпиточной воды.* Помимо испарения воды следует также учитывать влияние разбрызгивания воды и унос на телах купающихся.

Для оценки степени идеализации существующих моделей проведем анализ нескольких методик расчета тепловых потерь открытых бассейнов.

В статье В.Ф. Ирвина, Б.Е. Боднар [1] используется методика определения массо- и теплотерь на основ критериальных уравнений теории тепло- и массообмена. В расчете были учтены потери *за счет естественной и вынужденной конвекции* для зеркала бассейна с помощью критериев Nu – Нуссельта, Ar – Архимеда, Ga – Галилея, Pr – числа Прандтля, критериальных уравнений и уравнения Ньютона-Рихмана. Также был оценен положительный эффект от покрытия зеркала бассейна теплоизолирующим материалом, но не приведены количественные характеристики массообменных процессов, в частности, не учтены наибольшие потери на испарение, потери в грунт и с излучением, что может существенно сказаться на адекватности данной математической модели.

В математической модель, описанной в статье М.В. Шаптала, Д.Е. Шаптала [2], используется методика определения тепловых и массовых потерь на основе критериальных уравнения теории подобия. Она включает в себя рассмотрение *тепловых потерь за счет испарения* с учетом фактора активности, зависящего от числа купающихся на 1 м^2 бассейна. Также в статье приведены критериальные уравнения для определения *теплотерь за счет естественной и вынужденной конвекции* с учетом термодинамических параметров и линейных характеристик бассейна. *Тепловые потери за счет излучения в окружающую среду* учтены на основании закона Стефана-Больцмана. И в этом случае не учитывается влияние солнечной инсоляции, которое может быть существенно в зависимости от региона, для которого проектируется бассейн. *Потери теплоты в грунт* принимают во внимание только при первоначальном подогреве воды.

Данная методика расчета является более полной, но требует экспериментальной проверки для оценки ее адекватности и возможности применения.

В методике расчета А.В. Волковой, Е.М., Ильиной и др. [3] во внимание принимаются *тепловые потери за счет испарения воды, за счет естественной и вынужденной конвекции*. Данная методика была экспериментально проверена, но может быть адекватна только для климатических условий, в которых был проведен эксперимент. Кроме того, в ней не учитывались теплотери на подпитку, в грунт и вследствие теплового излучения, а также фактор числа купающихся, что могло существенно отразиться на возможности применения данной модели для проектных расчетов.

Таким образом, существующие методики расчета тепловых потерь имеют значительные недостатки, что доказывает необходимость создания универсальной математической модели, которая могла бы применяться при расчете нагрузки на системы подогрева и как следствие, позволила бы точно подбирать необходимое оборудование на стадии проектирования бассейна.

Литература:

1. Ивин В.Ф., Боднар Б.Е. Энергосбережение при эксплуатации открытых плавательных бассейнов // Наука та прогресс транспорту. – 2013. – № 5 (47). – С. 40–46.
2. Шаптала М.В., Шаптала Д.Е. Разработка математической модели процессов теплообмена открытого плавательного бассейна // Наука та прогресс транспорту. – 2014. – № 6 (54). – С. 113–118.
3. Обоснование разработанной математической модели для определения теплотерь / А.В. Волкова [и др.] // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти проф. Данилова Н.И. (1945–2015) – Даниловских чтений; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – 2018. – С. 138–141.

Literature:

1. Ivin V.F., Bodnar B.E. Energy saving in the operation of outdoor swimming pools // Science and progress of transport. – 2013. – № 5 (47). – P. 40–46.
2. Shaptala M.V., Shaptala D.E. Development of a mathematical model of heat and mass exchange processes of an open swimming pool // Nauka ta progresheniya transportu. – 2014. – № 6 (54). – P. 113–118.
3. Justification of the developed mathematical model for determining heat losses / A.V. Volkova [et al.] // Energy and Resource Saving. Energy supply. Untraditional and renewed energy sources. Atomic power engineering. Materials of the International scientific-practical conference of students, postgraduate students and young scientists devoted to the memory of prof. Danilov N.I. (1945–2015) – Danilovsky readings; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin. – 2018. – P. 138–141.

**НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАЗВИТИЮ АКАДЕМИЧЕСКОЙ
МОБИЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ КУБАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**SOME RECOMMENDATIONS ON THE DEVELOPMENT
OF ACADEMIC MOBILITY ON THE EXAMPLE OF KUBAN STATE TECHNO-
LOGICAL UNIVERSITY**

Лихачева О.Н.

Кубанский государственный технологический университет

Кулькин А.И.

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В современных условиях высшего образовательного пространства все чаще поднимается вопрос о его модернизации, совершенствовании, улучшении качества учебных планов и программ, их обязательное соответствие запросам общества и неразрывная связь с практическим применением. В данной связи академическая мобильность является одним из способов, который решит ряд существующих проблем в образовательной сфере на сегодняшний день, особенно в контексте современного вуза. Указанная статья рассматривает некоторые рекомендации по академической мобильности в рамках Кубанского государственного технологического университета.

Ключевые слова: академическая мобильность, реалии, модернизация, учебный процесс, летние школы, академический процесс, развитие, совершенствование.

Likhacheva O.N.

Kuban State Technological University

Kulkin A.I.

Kuban State Technological University

Annotation. In modern conditions of higher education space the question of its modernization, improvement, improvement of the quality of curricula and programs, their mandatory compliance with the demands of society and inseparable connection with practical application is increasingly raised. In this regard, academic mobility is one of the ways to solve a number of existing problems in the educational sphere today, especially in the context of modern higher education institution. The mentioned article considers some recommendations for academic mobility within Kuban State Technological University.

Keywords: academic mobility, realities, modernization, educational process, summer schools, academic process, development, improvement.

Кубанский государственный технологический университет является одним из старейших вузов региона и в современных реалиях занимается подготовкой качественных инженеров широкого профиля. Вопросы мотивации студентов и преподавателей, оптимизационные компоненты на сегодняшний день стоят достаточно жестко [1]. Важно многое менять, развиваться, совершенствовать и составлять достойную конкуренцию прочим инженерным вузам. Академическая мобильность в данной связи – это способ усовершенствовать программы, обменяться опытом, развить научно-исследовательский сегмент, осуществить популяризацию русского языка и культуры, привлечь большее количество студентов и слушателей посредством летних школ и специализированных курсов.

Изучив особенности и специфику нашего вуза, мы предлагаем ряд рекомендаций в контексте академической мобильности, которые позволят усовершенствовать программы и курсы, расширят комплекс образовательных услуг в рамках обязательного и дополнительного сегмента, усовершенствуют кадровую политику университета, раскроют его потенциал [2].

Во-первых, для обеспечения выхода вуза на международный уровень важны академические обмены [3]. В данной связи уместно выбрать из направлений нашего университета наиболее востребованные за рубежом инженерные специальности, затем проанализировать существующие университетские программы в данном сегменте, а далее выделить квалифицированных преподавателей, которые смогли бы провести ряд предметов или курсов на иностранном, в частности, английском языке в рамках дистанционного или очного академического процесса.

В нашем университете наиболее востребованными сферами являются нефтегазовая и строительная отрасли, они, как показывает анализ соответствующего сегмента, также являются престижными за рубежом. Именно указанные направления должны модернизироваться в первую очередь. Важен не просто перевод программ и пособий на английский язык как язык международного сотрудничества, но и обеспечение квалифицированного кадрового состава, который будет обучать слушателей и студентов, эффективно используя данный материал. Отметим, что курсы на иностранном языке должны быть качественно выверены, логически построены и систематизированы [4, 5]. Их следует апробировать, прежде всего, на иностранных студентах, обучающихся в нашем вузе, настоятельно необходим просмотр их эффективности, логичности и системности. Именно на востребованных факультетах нужно разработать и совершенствовать программы и учебные планы, а также учебный материал на английском языке. Тестовые базы, задания на практические занятия, лекционный материал с качественной интерпретацией, презентации, методические указания, все учебные пособия и материалы должны быть переведены и интерпретированы под иностранного слушателя или студента. Данные курсы фрагментарно могут быть выставлены на образовательные порталы, что будет способствовать их как очному, так и дистанционному использованию студентами в качестве основных или дополнительных [6].

Во-вторых, важно разработать качественные курсы по обучению преподавательского состава английскому языку, как наиболее востребованного в сфере международного сотрудничества. Преподаванием должны заниматься ответственные, эффективные педагоги, имеющие научные звания и степени, а также высокий рейтинг и большой опыт работы именно в языковой сфере. Они должны использовать весь спектр современных технологий обучения, различные коммуникативные методики и подходы с целью получения максимально высокого результата при активной работе второй стороны академического взаимодействия.

Практика показывает, что так называемый «всеобуч» в данном контексте является неуместным. В рамках и за счет университета обучать преподавателей нужно штучно, они должны быть внутренне мотивированы и настроены на систему, качество и эффективность. Кроме того, мы считаем важной разработку программ именно для среднего и продвинутого уровней владения языком. Преподаватели уже должны иметь некую языковую базу [7]. При необходимости элементарный и уровень ниже среднего они могут освоить вне университета, так как при обучении преподавательского состава «с нуля» процесс подготовки преподавателя – лингвиста к профессиональной иноязычной коммуникации может занять неопределенное количество времени, что в конечном итоге замедлит процесс международного академического взаимодействия [8].

В-третьих, мы полагаем, что уместно организовать более широкий спектр оказания образовательных услуг в плане русского языка как иностранного, начиная со специализированных курсов русского языка и заканчивая формированием летних школ и лагерей с

целью популяризации русского языка и культуры [9]. С учетом особенности региона возможно привлечение иностранных туристов, которые впоследствии могут стать слушателями и студентами именно нашего вуза, изначально ознакомившись с регионом, университетом и базовыми знаниями русского языка в летних школах и лагерях, на специальных курсах, которые возможно организовать на базе нашего университета. Отметим, что программа летних школ составляется с учетом инженерного направления вуза, основ русского языка и культуры, а также регионального компонента.

Литература:

1. Лихачева О.Н. Иностраный 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 233–235.

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 non-linguistic technical university // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 7 – P. 144–146.
3. Likhacheva O.N. Features of the preparation of training material on business foreign language // 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 // Youth in the transforming society: the present and the future. Materials of All-Russian Scientific-Practical Conference, devoted to the 80th Anniversary of ASU. – Maykop. 2020. – P. 217–219.

5. Likhacheva O.N., Bedenko D.E. Foreign Language Learning in Modern Conditions in the Context of 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 field of foreign language as a guarantee of successful promotion of future engineer // Profnavigatsiya molodya. Proceedings of the II International scientific-practical conference. – Krasnodar, 2019. – P. 64–69.

7. Likhacheva O.N., Kovalevskaya E.S. On the issue of modern methods of teaching foreign language in a technical university // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 230–232.

8. Likhacheva O.N., Koroleva Y.V. Optimization in technical university – features of implementation in the academic process // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 91–94.

9. Likhacheva O. N., Orlovsky D. V. Features of personality-oriented approach to the study of a foreign language // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 233–235.

**К ВОПРОСУ ОБ УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ИНОЯЗЫЧНОГО
УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

**ON IMPROVING THE QUALITY OF THE FOREIGN LANGUAGE
LEARNING PROCESS**

Лихачева О.Н.

Кубанский государственный технологический университет

Кулькин А.И.

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В настоящее время вопрос изучения и обучения иностранному языку является достаточно важным и актуальным, особенно в рамках неязыковых вузов, где лингвистическая подготовка студентов нуждается в совершенствовании, а мотивация в развитии. Однако представить качественный академический иноязычный процесс невозможно без достойной материально-технической базы, академической мобильности и преемственности, которые существенно облегчают работу преподавателя и значительно ускоряют процесс восприятия учебного материала.

Ключевые слова: учебный процесс, академическая мобильность, материально-техническая база, мотивация, преемственность, эффективность, качество.

Likhacheva O.N.

Kuban State Technological University

Kulkin A.I.

Kuban State Technological University

Annotation. At present the issue of learning and teaching a foreign language is quite important and urgent, especially within the framework of non-language universities, where linguistic training of students needs improvement and motivation needs development. However, it is impossible to imagine a quality academic foreign language process without decent facilities, academic mobility and continuity, which greatly facilitate the work of the teacher and significantly accelerate the process of learning material perception.

Keywords: academic process, academic mobility, material and technical basis, motivation, continuity, effectiveness, quality.

В о-первых, важно обеспечить учебные материалы достойного качества. Настоятельно рекомендуем заменить устаревшие учебники и учебные пособия, в которых информация либо не соответствует действительности, либо содержит недостоверные сведения, либо имеются ошибки и опечатки, что является недопустимым в контексте качественного учебного заведения высшей школы [1, 2]. Более того, пособия и методические рекомендации, изданные преподавателями, должны быть тщательно выверены во избежание грамматических и фактических ошибок. Мало внимания уделяется техническому английскому языку – как следствие, студенты не владеют специальной терминологией, не знают соответствующих специальности лексических и грамматических конструкций. При этом выпускников вынуждают защищать дипломные и проектные работы на английском языке, что, по сути, не имеет никакого практического и развивающего эффекта.

Для восполнения указанных лакун обязательно нужно использовать широкий спектр пособий по техническому иностранному языку, которые могут быть изданы как в России, так и за рубежом [3, 4]. Кроме того, эффективные преподаватели кафедры с учетом специфики того или иного факультета либо института могут также издать соответствующие учебные пособия.

Во-вторых, нужно модернизировать компьютерные классы в соответствии с современными реалиями. Устаревшие компьютеры подлежат замене, информация, находящаяся в них, также нуждается в корректировке. Важно закачать туда современные обучающие программы для нелингвистов, технический материал, видео задания, аудиоматериалы оригинальные тексты, как по общему английскому языку, так и по специальному, профильному иностранному языку [5, 6]. Также там могут быть различные презентации по занятиям, материалы для образовательных платформ, аутентичные тексты и диалоги, материалы для домашнего чтения, технические статьи на иностранном языке, глоссарии и вокабуляры по темам [7].

В-третьих, при обучении иностранному языку важна преемственность – преподаватели работают в группах по 1 семестру, потом могут получить другую группу. Методически и с позиции психологии это неверно, так как у преподавателей разные методики, особенности характера, требования. Студенты не могут так быстро переключаться, тем более в рамках одного предмета [8]. Это отрицательно сказывается на их успеваемости, иногда преподаватели кафедры грубы со студентами другого преподавателя, студенты понимают, что личные взаимоотношения переходят на них и имеют негативную окраску. В силу этого наблюдается низкая посещаемость занятий и низкая мотивация к изучению иностранного языка в нелингвистическом вузе [9].

В-четвертых, к сожалению, кафедры и факультеты не предоставляют возможности стажировок в университетах других городов или за рубежом. В данной связи нужно активно развивать академическую мобильность [10, 11], которая будет способствовать становлению не только иноязычной коммуникативной компетенции, но и профессиональных навыков, расширит культурные познания, выполнит воспитательные цели, усилит мотивацию как студентов, так и преподавателей [12, 13]. Изначально академическая мобильность может быть виртуальной, т.е. дистанционной, а впоследствии – реальной, что более интересно и востребовано [14]. Она также будет способствовать разработке качественных академических программ и планов, написанию новых учебно-методических пособий, формированию эффективной оценочной базы. Стороны педагогического взаимодействия станут более активными, работоспособными, творческими, разнообразят методы и подходы к преподаванию и обучению.

Литература:

1. Лихачева О.Н. Аспекты моделирования иноязычного образовательного процесса в современном неязыковом вузе // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – Краснодар, 2019. – № 7. – С. 176–185.
2. Лихачева О.Н. Аспекты формирования иноязычной коммуникативной компетенции на занятиях по английскому языку в нелингвистическом вузе // ШАГ В НАУКУ. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции с участием студентов. – Махачкала, 2020. – С. 346–351.
3. Лихачева О.Н. Вузовский преподаватель в современных образовательных условиях – особенности становления и развития // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – Краснодар, 2018. – № 2. – С. 122–129.
4. Лихачева О.Н. Иностраный язык в неязыковом техническом вузе // Педагогика. – М., 2020. – Т. 84. – № 4. – С. 88–97.
5. Лихачева О.Н. К вопросу о моделировании иноязычного образования в современном неязыковом вузе // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – Краснодар, 2019. – № 7. – С. 166–175.

6. Лихачева О.Н. Моделирование современного обучения иностранному языку в неязыковом вузе – проблемы и решения на примере технического вуза // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – Краснодар, 2020. – № 4. – С. 104–112.
7. Лихачева О.Н. Некоторые особенности оптимизации учебного процесса в неязыковом вузе на примере иностранного языка // Новости науки 2019. Сборник материалов VIII Международной очно-заочной научно-практической конференции. – М. : Империя, 2019. – С. 174–176.
8. 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.
9. Лихачева О.Н., Беденко Д.Е. К вопросу о моделировании занятия по английскому языку в неязыковом техническом вузе // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – Краснодар, 2020. – № 2. – С. 157–163.
10. Лихачева О.Н., Беденко Д.Е. Обучение профильному иностранному языку при подготовке будущего специалиста // Профнавигация молодежи. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – Краснодар : КубГТУ, 2020. – С. 89–92.
11. Лихачева О.Н., Королева Ю.В. Личность в современных образовательных условиях высшей школы // Мир науки, культуры, образования. – Горно-Алтайск, 2019. – № 1 (74). – С. 17–19.
12. Лихачева О.Н., Королева Ю.В. Совершенствование аспектов восприятия академического материала современными студентами // Актуальные проблемы модернизации высшей школы : модернизация отечественного высшего образования в контексте национальных традиций. Материалы III Международной научно-методической конференции. – Новосибирск : СГУПС, 2019. – С. 150–153.
13. Лихачева О.Н., Королева Ю.В., Тымчук Е.В. Региональный компонент как один из аспектов современного образовательного процесса в вузе на примере иностранного языка // Мир науки, культуры, образования. – Горно-Алтайск, 2019. – № 1 (74). – С. 95–97.
14. Modern approaches to polytechnic education / O.N. Likhacheva [et al.] // Journal of Physics : Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, 2020. – P. 12220.

Literature:

1. Likhacheva O.N. Aspects of modeling the foreign-language educational process in modern non-linguistic university // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – Krasnodar, 2019. – № 7. – P. 176–185.
2. Likhacheva O.N. Aspects of forming foreign-language communicative competence in English classes in non-linguistic university // STEP IN SCIENCE. Proceedings of the III International Scientific-Practical Conference with the participation of students. – Makhachkala, 2020. – P. 346–351.
3. Likhacheva O.N. The university teacher in modern educational conditions – features of formation and development // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Works of Kuban State Technical University». – Krasnodar, 2018. – № 2. – P. 122–129.
4. Likhacheva O.N. Foreign language in a non-language technical university // Pedagogy. – M., 2020. – V. 84. – № 4. – P. 88–97.
5. Likhacheva O.N. On the modeling of foreign-language education in modern non-linguistic higher education institution // Electronic network multimedia journal «Scientific Proceedings of the Kuban State Technical University». – Krasnodar, 2019. – № 7. – P. 166–175.
6. Likhacheva O.N. Modeling of modern foreign language teaching in a non-language university – problems and solutions on the example of a technical university // Electronic

network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – Krasnodar, 2020. – № 4. – P. 104–112.

7. Likhacheva O.N. Some features of the optimization of the educational process in a non-language university on the example of a foreign language // Science News 2019. Proceedings of the VIII International part-time scientific and practical conference. – M. : Empire, 2019. – P. 174–176.

8. Likhacheva O.N. Features of the preparation of training material on business foreign language // STEP IN SCIENCE. Proceedings of the III International scientific-practical conference with the participation of students. – Makhachkala, 2020. – P. 465–469.

9. Likhacheva O.N., Bedenko D.E. On the Modeling of English Language Classes in Non-Linguistic Technical Higher Education // Electronic Networked Multidisciplinary Journal «Scientific Proceedings of the Kuban State Technical University». – Krasnodar, 2020. – № 2. – P. 157–163.

10. Likhacheva O.N., Bedenko D.E. Training profile foreign language in the preparation of the future specialist // Profnavigatsiya youth. Materials of III International Scientific-Practical Conference. – Krasnodar : KubGTU, 2020. – P. 89–92.

11. Likhacheva O.N., Koroleva Y.V. Personality in modern educational conditions of higher school // The World of Science, Culture, Education. – Gorno-Altai, 2019. – № 1 (74). – P. 17–19.

12. Likhacheva O.N., Koroleva Y.V. Improvement of aspects of perception of academic material by modern students // Actual problems of modernization of higher education : modernization of national higher education in the context of national traditions. Materials of III International Scientific and Methodical Conference. – Novosibirsk : SGUPS, 2019. – P. 150–153.

13. Likhacheva O.N., Koroleva Y.V., Tymchuk E.V. The regional component as one of the aspects of the modern educational process in the university on the example of a foreign language // World of Science, Culture, Education. – Gorno-Altai, 2019. – № 1 (74). – P. 95–97.

14. Modern approaches to polytechnic education / O.N. Likhacheva [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. – Krasnoyarsk, 2020. – P. 12220.

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ

MODELING IN MODERN EDUCATION

Лихачева О.Н.

Кубанский государственный технологический университет

Тымчук Е.В.

Кубанский государственный технологический университет

Штелле В.Ю.

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Моделирование объектов педагогической теории и практики выступает одним из основных методов современного исследования при поиске и объяснении существенных характеристик новых объектов педагогической действительности, который может быть дополнен методами проектирования. Моделирование, как правило, выступает основой в разработке педагогических проектов при построении программ развития педагогических систем. Именно моделирование есть теоретический способ отображения формы существования, строения, состава и структуры функционирования или развития педагогического объекта через раскрытие компонентного состава и внутренних связей.

Ключевые слова: моделирование, модель, этапы моделирования, функции моделирования, дидактика, формулирование целей и задач, обучение.

Likhacheva O.N.

Kuban State Technological University

Tymchuk E.V.

Kuban State Technological University

Stelle V.Yu.

Kuban State Technological University

Annotation. Modeling of the objects of pedagogical theory and practice is one of the main methods of modern research in searching for and explaining the essential characteristics of new objects of pedagogical reality, which can be complemented by design methods. Modeling, as a rule, is the basis for developing pedagogical projects in building programs of pedagogical system development. Exactly modeling is a theoretical way of reflecting the form of existence, structure, composition and structure of pedagogical object functioning or development through discovering its component composition and internal relations.

Annotation. modeling, model, stages of modeling, modeling functions, didactics, formulation of goals and objectives, teaching.

Моделирование представляет процесс построения и исследования моделей. Например, при определении понятия «учебная модель» важность заключается в дидактической легкости восприятия материала, характеристики самого объекта как бы упрощаются в модели, делая ее простой и привлекательной [1]. Понятие «модель образования» предусматривает акцент на социально-педагогических характеристиках образовательного института, подразделения и прочего элемента образовательной системы [2], а также определение параметров, обеспечивающих возможность качественного и количественного анализа динамики изменений исследуемого педагогиче-

ского явления. Причем одно и то же педагогическое явление можно представить в виде разных моделей. Это значит, что применение методов моделирования позволяет сочетать индуктивно-эмпирический поиск сути объекта педагогического исследования с дедуктивным познанием его структуры и механизмов развития.

Существует несколько уровней педагогического моделирования. Во-первых, это концептуальное моделирование, которое предусматривает разработку концептуальной модели нового типа управления образовательным учреждением, модель развития качеств личности обучаемого в условиях педагогического процесса и прочее [3]. Во-вторых, это системное моделирование, которое определяет разработку системы взаимосвязанных между собой моделей разных видов педагогических объектов. Такое моделирование дает связующую нить, которая объединяет многочисленные факты педагогических явлений, полученные традиционными средствами с помощью разных моделей, в единое целое, характеризующее всю сложность изучаемого объекта [4]. В-третьих, это процессуальное моделирование, т.е. построение динамики моделей, отражающих логику развития исследуемого объекта. И, наконец, праксиологическое моделирование, т.е. формируется модель практического результата действий педагога или его взаимодействия [5]. Педагогическое исследование предусматривает концептуальную модель, т.е. теоретическую, понятийно описанную модель, содержательно-генетическую модель, экспериментальную и нормативную модели. Кроме этого в процессе исследования выстраивают корреляционные, дисперсионные, факторные модели, раскрывающие характер взаимосвязей между элементами изучаемого педагогического объекта, имитационные модели.

В процессе построения той или иной педагогической модели выделяют несколько этапов. Первый этап – этап вхождения в процесс моделирования. Выбор теоретико-методологических основ для моделирования, качественное описание предмета исследования как прогнозирование «идеального» состояния [6]. Второй этап – это этап формулировки задач моделирования. Третий этап – это этап построения модели с уточнением зависимости между основными элементами исследуемого педагогического объекта, определением параметров моделируемого объекта, критериев для оценки изменений этих параметров и методик измерений [7,8]. Четвертый этап – это уточнение возможностей модели в решении исследовательских задач. Пятый этап – это использование модели в опытно-экспериментальной части исследования при разработке проекта преобразования педагогической практики. Шестой этап – это содержательная интерпретация результатов, полученных с помощью модели.

В научной литературе выделяют несколько подходов к педагогическому моделированию. Первый подход основан на схематичном представлении и упрощении реального педагогического объекта, что позволяет исследовать только его отдельные стороны, зафиксированные в модели, и формы их проявления [9]. Второй подход – путь строгого и формального описания в виде алгоритма. Третий подход – это образно-описательное представление педагогического объекта через типологический анализ его проявления [10]. Четвертый подход связан с выделением специфического свойства – аналогии модели с оригиналом. В данном контексте делается акцент на специфическую функцию модели в познании педагогической действительности – функция эвристического заместителя оригинала.

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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – 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 non-linguistic technical university // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 7 – P. 144–146.

3. Likhacheva O.N. Features of the preparation of training material on business foreign language // STEP IN SCIENCE. Materials 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 // 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 Learning in Modern Conditions in the Context of 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 // Profnavigatsiya juvenile. Collection of materials 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 // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 230–232.

8. Likhacheva O.N., Koroleva Y.V. Optimization in a technical university – features of implementation in the academic process // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 91–94.

9. Likhacheva O. N., Orlovsky D. V. Features of personality-oriented approach to the study of a foreign language // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 233–235.

10. Likhacheva O.N., Polyakova V.V. General idea of design in pedagogy // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 101–103.

К ВОПРОСУ О ДИСКУРСЕ В ИНОЯЗЫЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ

TO THE QUESTION OF DISCOURSE IN FOREIGN LANGUAGE COMMUNICATION

Лихачева О.Н.

Кубанский государственный технологический университет

Штелле В.Ю.

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В настоящее время изучение иностранного языка является одним из важнейших компонентов образования. Формирование и развитие иноязычной коммуникативной компетенции предусматривается в нескольких составляющих, одной из которых является дискурсивная. В данной статье рассматривается понятие дискурса с позиции методики преподавания иностранного языка и особенности формирования и реализации дискурсивного аспекта при обучении иностранному языку в неязыковом вузе.

Ключевые слова: дискурс, иноязычная коммуникативная компетенция, экстралингвистические особенности, круглый стол, когезия.

Likhacheva O.N.

Kuban State Technological University

Stelle V.Yu.

Kuban State Technological University

Annotation. Nowadays, learning a foreign language is one of the most important components of education. The formation and development of foreign language communicative competence is provided in several components, one of which is discursive. The given article is devoted to the concept of discourse from the point of view of foreign language teaching methodology and peculiarities of formation and realization of discourse aspect in the process of foreign language teaching in a non - language university.

Keywords: discourse, foreign language communicative competence, extralinguistic features, round table, cohesion.

Дискурсивная составляющая иноязычной коммуникативной компетенции предусматривает навык правильного построения текста по законам когезии, а также овладение способностью уместного использования текста в соответствующих социальных условиях и окружении [1]. Указанная компетенция реализуется посредством организации студентами неязыкового вуза презентаций, круглых столов, а как предшествующий фактор – разработка и внедрение ролевых и впоследствии деловых игр [2]. Все эти особенности готовят студентов к реальным жизненным ситуациям с использованием иностранного языка.

Для полноты понимания указанного вопроса рассмотрим понятие дискурса. Он определяется как последовательность высказываний, образующих текст, т.е. единицу более высокого порядка. Дискурсивная компетенция обозначается знание правил построения высказываний, их объединение в текст. Детальное рассмотрение указанной компетенции позволяет отметить, что она включает в себя критерии определения текста как языкового знака, знание правил логико-мыслительного построения высказываний, а также экстралингвистические условия [3]. Критерии определения текста – это целостность, связность,

функция. Правила логико-мыслительного построения предполагают логику и структурирование текста, связанных с топиком и тематикой общения [4]. Экстралингвистические особенности включают воздействие на собеседника, стиль и регистр общения. Таким образом, отметим, что развитие дискурсивной компетенции включает комплекс методов, направленных на развитие знаний и умений работать и продуцировать не только письменные тексты, но и участвовать в их устных многосторонних дискуссиях – круглых столах, диспутах, дебатах [5]. Также подчеркнем, что развитие дискурсивной компетенции – это знание не только текстовых конвенций, правил и процедур, но также и умение делать адекватный выбор языковых средств в различных ситуациях общения, в зависимости от предлагаемого формата общения или текстового жанра.

Развитие данной компетенции приобретает особое значение в современном процессе обучения иностранным языкам в неязыковом вузе [6]. Отметим, что законы когезии, т.е. связности текста и высказывания, важны, так как они обеспечивают полноту восприятия. Для студентов неязыкового вуза базовыми в плане запоминания являются связующие местоимения, связи, субституты, повторения – все это придает высказыванию определенную последовательность, связность и логичность [7, 8]. Кроме того, целесообразна не только связность и логика высказывания или текста. Также необходима его уместность. Для тренировки этого навыка важны учебные ситуации с комплексом лексико-грамматических аспектов, а также деловые игры, которые максимально приближают учебную ситуацию к реальной и заставляют студентов использовать знакомый арсенал языковых средств, необходимых в той или иной ситуации [8, 9]. Кроме того, возможно использование компьютерных технологий, написание e-mail зарубежному другу, различного рода блога, тренирующие монологическую речь именно этого сегмента речевой деятельности, а также разработка и представление презентаций по определенным темам и топикам [10].

На более продвинутой ступени обучения иностранному языку важны, по нашему мнению, круглые столы, диспуты, беседы, дебаты [11]. На обсуждение выдвигается определенная тема, предполагающая противоположные точки зрения, которая, безусловно, должна быть актуальной, дается время на некую подготовку, аргументированность, а далее происходит обсуждение, спор.

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., Величко Е.И., Ким В.А., Кизяков Д.А., Кузьминов Д.Г. База данных тестовых заданий по деловому английскому языку для студентов направления бакалавриата 21.03.01. Свидетельство о регистрации базы данных 2020621777, 1.10.2020.

8. 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 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 230–232.

9. Лихачева О.Н., Королева Ю.В. Оптимизация в техническом вузе – особенности реализации в академическом процессе // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 91–94.

10. Лихачева О.Н., Орловский Д.В. Особенности личностно-ориентированного подхода к изучению иностранного языка // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 233–235.

11. Лихачева О.Н., Полякова В.В. Общее представление о проектировании в педагогике // Referatotech : Материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – 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 non-linguistic technical university // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 7 – P. 144–146.

3. Likhacheva O.N. Features of the preparation of training material on business foreign language // STEP IN SCIENCE. Materials 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 // Youth in the transforming society: the present and the future. Materials of All-Russian Scientific-Practical Conference, dedicated to the 80th anniversary of ASU. – Майкоп, 2020. – P. 217–219.

5. Likhacheva O.N., Bedenko D.E. Foreign Language Learning in Modern Conditions in the Context of 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 // Profnavigatsiya juvenile. Collection of materials of the II International scientific-practical conference. – Krasnodar, 2019. – P. 64–69.

7. Likhacheva O.N., Velichko E.I., Kim V.A., Kizyakov D.A., Kuzminov D.G. Database of test tasks in business English for bachelor students of 21.03.01. Database Registration Certificate 2020621777, October 1, 2020.

8. Likhacheva O.N., Kovalevskaya E.S. To the question of modern methods of teaching foreign language in a technical university // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 230–232.

9. Likhacheva O.N., Koroleva Y.V. Optimization in a technical university – features of implementation in the academic process // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 91–94.

10. Likhacheva O. N., Orlovsky D. V. Features of personality-oriented approach to the study of a foreign language // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 233–235.

11. Likhacheva O.N., Polyakova V.V. General idea of design in pedagogy // Referatotech : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 3. – P. 101–103.

**МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ И ОГРАНИЧИВАЮЩИЕ
ФАКТОРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ МЕТОДОВ НА ПРИМЕРЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМ. Ю. КОРЧАГИНА**

**METHODS OF INCREASING OIL RECOVERY AND LIMITING FACTORS
OF THE APPLICATION OF THESE METHODS ON THE EXAMPLE
OF THE FIELD THEM Yu. KORCHAGINA**

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

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

Кусова Лизавета Геннадиевна

ученица 11А класса,
МБОУ лицей № 4 г. Краснодара
kusovalisa@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы увеличения нефтеотдачи и факторы, ограничивающие применение данных методов, на примере шельфового месторождения им. Ю. Корчагина.

Ключевые слова: нефтеотдача, коллектор, устьевое давление, депрессия на пласт, газовая шапка, методы увеличения нефтеотдачи (МУН), заканчивание скважины, бурение, нефтеизвлечение, призабойная зона.

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

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

Kusova Lizaveta Genadievna

Pupil of 11A class,
Lyceum № 4 of Krasnodar
kusovalisa@gmail.com

Annotation. This article discusses methods of enhanced oil recovery and factors limiting the use of these methods, using the example of the shelf field named after V.I. Yuri Korchagin.

Keywords: oil recovery, reservoir, wellhead pressure, drawdown, gas cap, enhanced oil recovery (EOR) methods, well completion, drilling, oil recovery, bottomhole zone.

Н а сегодняшний день методы увеличения нефтеотдачи включают следующие технологии нефтеизвлечения:

- попеременную или чередующуюся закачку воды и газа;
- физико-химические МУН (закачка полимеров, поверхностно активных веществ, гелей, пен и т.п.);
- закачку газов, отличных от углеводородных (например, углекислого газа, азота, дымовых газов и т.п.);
- микробиологические методы увеличения нефтеотдачи;
- термические методы увеличения нефтеотдачи.

В течение двух последних десятилетий в дополнение к термину МУН стал использоваться ещё один термин, переводимый как методы усовершенствованной нефтеотдачи, объединяющий собой все известные методы и технологии более эффективного нефтеизвлечения. В соответствии с определением Норвежского нефтяного директората термин методы усовершенствованной нефтеотдачи включает в себя все методы, в результате применения которых может быть достигнута более высокая нефтеотдача по сравнению с ожидаемой в определённый момент времени от использования традиционных технологий нефтеизвлечения.

Например, более высокая нефтеотдача может быть достигнута как за счёт сочетания традиционных технологий добычи, более качественного управления и контроля за разработкой залежи и снижения расходов, так и за счёт использования методов увеличения нефтеотдачи.

Обычно используемые методы усовершенствованной нефтеотдачи включают в себя, следующие технологии:

- закачка воды или газа;
- дополнительное разбуривание залежи;
- бурение горизонтальных скважин для добычи нефти из тонких пропластков или же «карманов» пласта с не извлечённой нефтью;
- бурение скважин большой протяжённости для добычи нефти из удалённых частей пласта (эта технология обычно используется при разработке шельфовых месторождений или в условиях, при которых обустройство новой буровой площадки сопряжено с неоправданно большими затратами времени и средств);
- усовершенствование системы сбора и подготовки нефти, воды и газа;
- снижение устьевого давления в добывающих скважинах;
- использование лучшей стратегии заканчивания скважин.

Заканчивание является важным аспектом в процессе строительства скважины. Промысловый опыт свидетельствует, что качество выполнения и успешность работ на

всех этапах строительства скважины в значительной степени влияет на её стартовые показатели, что также определяет дальнейшую динамику добычи. Эффективная работа призабойной зоны во многом зависит от того, насколько конструкция забоя соответствует геологическим условиям залегания продуктивного пласта. Поэтому большое внимание уделяют обоснованию и выбору рациональной конструкции забоя добывающих скважин.

Как следует из определения МУН, объектами применения методов увеличения нефтеотдачи являются:

– запасы нефти, остающиеся в пласте после применения первичных и вторичных методов добычи;

– так называемые трудно извлекаемые запасы нефти (тяжёлая и вязкая нефть, пласты с низкой проницаемостью, залежи со сложным геологическим строением и т.д.).

В обоих случаях объектами применения МУН являются запасы нефти, которые могут быть извлечены экономически выгодно. Это означает, что объем нефти, добытой с помощью МУН, зависит от определённых условий, таких как экономические условия, политическая ситуация, уровень технологии и т.п., и не представляет собой неизменную величину, как, например, начальные геологические запасы нефти.

Обширные нефтегазовая и водонефтяная зоны на залежах месторождения им. Ю. Корчагина являются ограничивающими факторами для применения ряда способов воздействия на пласт и призабойную зону, увеличивающих риски прорывов воды и газа к забоям скважин. Так, например, неприемлемыми являются гидроразрывы пластов, ведущие к возможному образованию вертикальных трещин и преждевременному загазованию или обводнению продукции скважин. Наличие верхних вод и газовых шапок во многом обусловили разработку залежи скважинами с горизонтальным завершением ствола.

Существенной проблемой при разработке месторождения им. Ю.Корчагина стали прорывы газа из газовой шапки.

Причинами преждевременного прорыва газа на скважинах месторождениям имени Ю. Корчагина стали:

– неравномерное распределение профиля депрессии;

– существенная неоднородность по проницаемости вдоль ствола скважины.

Отличительной особенностью разработки месторождения им. Ю.Корчагина является то, что вскрытие продуктивных отложений с различными характеристиками коллектора производится горизонтальными стволами большой протяжённости и, в связи с наличием газовой шапки и подстилающих вод, возникает необходимость применения устройств контроля притока, предназначенных для регулирования отборов из зон с различными коллекторскими свойствами, с целью предотвращения прорывов газа и воды.

Таким образом, применение различных методов увеличения нефтеотдачи сопряжено с негативными факторами, ограничивающими применение данной технологии.

Литература:

1. Геоинформатика нефтегазовых скважин / В.В. Попов [и др.]. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2018. – 292 с.

2. 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.

3. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы разработки Лебединского газового месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 156–166.

4. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.
5. 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.
6. 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.
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.
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.

Literature:

1. Geoinformatics of oil and gas wells / V.V. Popov [et al.] – Novocheerkassk : Publishing house «Lik», 2018. – 292 p.
2. Kusov G.V., Savenok O.V. Methods of struggle against ARPD in the fields of «RN – Krasnodarneftegaz» by the example of Uspenskoye and Goriacheklyuchevskoye areas // Well construction and repair – 2010 : collection of reports of the International scientific-practical conference (September 27 – October 02, 2010, Gelendzhik, Krasnodar Territory) / «Research-and-production firm «Nitpo» Ltd. – Krasnodar : LLC Research and Production Firm «Nitpo», 2010. – P. 147–150.
3. Gutsu A.S., Shiyani S.I. Analysis of the current state and prospects for the development of Lebedinskoye gas field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
4. Sukhin A.A., Shiyani S.I. Analysis of methods of hydrates control at Astrakhanskoye gas condensate field // Bulatov's readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
5. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Re-engineering options for the reconstruction of production facilities of the system of gathering, transportation and treatment of oil, gas and water in the Ivanovskoye field // Engineer-oilman. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
6. Technique and technology of restoration of productivity of the well № 1273 of Urengoyenskoye field by sidetracking / E.A. Kholopov [et al.] // Nauka. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
7. 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.
8. Shiyani S.I., Skiba A.S. Technology of reservoir pressure maintenance system regulation in 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.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
И НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОСЛОЖНЯЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОЕ
ОСВОЕНИЕ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF SHELF DEPOSITS
AND NEGATIVE FACTORS IMPROVING THE EFFECTIVE DEVELOPMENT
OF OFFSHORE DEPOSITS**

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

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

Шаблий Илья Игоревич

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

Шиян Станислав Иванович

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

Аннотация. Данная статья посвящена обзору особенностей разработки нефтяных шельфовых месторождений, а также анализу негативных факторов, осложняющих их эффективное освоение и разработку.

Ключевые слова: добыча, шельф, негативные факторы, разработка месторождения, нефтеотдача, платформа, бурение, нефтяной промысел.

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

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

Shablii Ilya Igorevich

Leading specialistshipper
«Rosneft – Morskoi terminal Tuapse» LLC
ilyashabliy0209@gmail.com

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 an overview of the features of the development of off-shore oil fields, as well as the analysis of negative factors that complicate their effective development and development.

Keywords: production, shelf, negative factors, field development, oil recovery, platform, drilling, oil field

Освоение и разработка месторождений на шельфе значительно отличаются от проектов разработки наземных месторождений. Работы на шельфе определяются разнообразными факторами, включающими, в первую очередь, специфичные технологии и организацию эксплуатации объектов на море и, заканчивая, уникальностью и высокой стоимостью используемого технологического оборудования.

К особенностям разработки морских нефтегазовых месторождений можно отнести следующие:

- Создание, с учетом суровых морских гидрометеорологических условий специальных гидротехнических сооружений, новых плавучих технических средств (плавучих краново-монтажных судов, судов обслуживания, трубоукладочных барж и других специальных судов) для геофизических, геолого-поисковых работ и строительства нефтепромысловых объектов на море, их обслуживания в процессе обустройства, бурения, эксплуатации и ремонта скважин, а также при сборе и транспорте их продукции.

- Бурение наклонного-направленного куста скважин с индивидуальных стационарных платформ, с приэстакадных площадках, на искусственно создаваемых островках, с самоподъемных и полупогружных плавучих установок и других сооружений как над водой, так и под водой.

- Выбор при проектировании наиболее рациональной для данного месторождения или залежи сетки скважин, которая должна иметь такую плотность, чтобы не требовалось ее уплотнение, так как оно в морских условиях связано с чрезвычайно большими трудностями из-за существующей системы обустройства месторождения и сети подводных коммуникаций, когда размещение новых гидротехнических сооружения для бурения дополнительных скважин может оказаться невозможным.

- Выбор рациональных конструкций и числа стационарных платформ, приэстакадных площадок, плавучих эксплуатационных палуб и других сооружений для размещения на них оптимального числа скважин (в зависимости от залегания пластов, сроков проводки скважин, расстояние между их устьями, их дебитов, ожидаемых при имеющихся устьевых давлениях, и т.д.).

- Соответствие долговечности и надежности гидротехнических и других сооружений срокам разработки нефтяных и газовых месторождений т.е. периоду максимального извлечения нефти из залежи и всего месторождения в целом.

Работы по разведке и разработке шельфовых месторождений обычно ведутся в два этапа, показанных на рисунке 1.

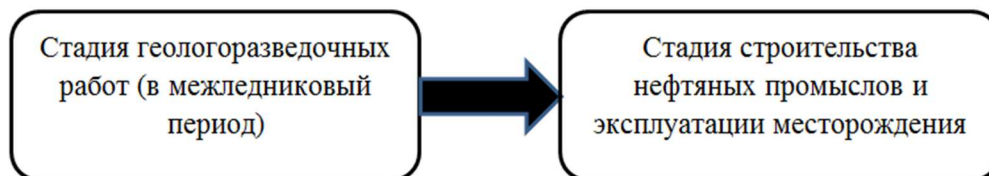


Рисунок 1 – Этапы разработки шельфовых месторождений

На первом этапе производятся геологоразведочные работы в межледовый период. После того как завершен этап разведочных работ и обнаружены промышленные запасы нефти или газа (определен контур месторождения, произведен подсчет запасов, установлены геологические условия месторождения), приступают к составлению проекта разработки месторождения, определяющего этапы разработки, установление темпов отбора продукта по этапам, оптимальное размещение скважин на месторождении. Разрабатывается также технология с учетом применения методов интенсификации добычи.

На базе проекта разработки месторождения создают проект оснащения месторождения, где определяется комплекс технических средств, включающих платформы, эксплуатационное технологическое оборудование, системы транспорта и хранения нефти и газа.

На втором этапе, при разработке месторождения требуется уникальная и надежная техника, обеспечивающая круглогодичный режим работы. Необходимо отметить, что на этапе разведочных работ бурят небольшое число скважин (три – пять). Доразведку и уточнение исходных данных производят на первом этапе начала эксплуатации месторождения. В результате этого вносят определенные коррективы и в проект разработки, и в проект оснащения месторождения.

Но даже несмотря на правильность и технологичность подобранного оборудования и технологии освоения месторождения, существует множество различных факторов, так или иначе осложняющих разработку шельфовых месторождений и снижающих ее эффективность. Наиболее важными из таких факторов являются:

- неоднородность фильтрационно-емкостных свойств залежи по простиранию и вкрест простиранию;
- неблагоприятное соотношение подвижностей фильтрующихся в пласте фаз;
- гравитационное разделение фаз, приводящее к преимущественной фильтрации газа по верхней части пласта, и воды по его нижней части;
- образование водяных и газовых конусов.

Все эти факторы, проявляющиеся отдельно или вместе, приводят к низкому макроэкономическому (т.е. проявляющемуся в пределах всей залежи) охвату пластов воздействием и, как следствие, к низкой нефтеотдаче. Другим фактором, влияющим на нефтеотдачу, является эффективность вытеснения нефти водой. Этот фактор часто называют микроскопическим коэффициентом охвата.

Особенность шельфовой эксплуатации – это высокие затраты и недостаточность места для размещения оборудования. Глубины добычи на морском шельфе, как правило, находятся в пределах двухсот метров, в отдельных случаях достигая значения в полкилометра. Применение той или иной буровой технологии напрямую зависит от глубины залегания продуктивного слоя и удаленности места добычи от берега.

Таким образом, на основе данного обзора особенностей разработки месторождений на морских побережьях, можно с уверенностью сделать вывод, 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., Лаврентьев А.В., Савенок О.В. Предпосылки и задачи моделирования горных пород с точки зрения установления условий наступления факторов осложнения добычи // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 27–33.
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. 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.
4. 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.
5. Гуцу А.С., Шиян С.И. Анализ текущего состояния и перспективы-вы 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., Lavrent'ev A.V., Savenok O.V. Prerequisites and tasks of rock modeling in terms of establishing the conditions for the onset of mining complication factors // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2014. – № 2. – P. 27–33.
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. Analysis of phase transition processes 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.
4. 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. – V. 1. – P. 114–119.
5. Gutsu A.S., Shiyan S.I. Analysis of the current state and development prospects of Lebedinsky gas field // Bulatovsky readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 156–166.
6. Sukhin A.A., Shiyan S.I. Analysis of methods of hydrates control at Astrakhanskoye gas condensate field // Bulatov's readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.
7. Shiyan 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. Shiyan 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.

**ПРИМЕНЕНИЕ СВАРКИ ВЗРЫВОМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ
ИЗ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

EXPLOSION WELDING FOR BIMETALLIC STRUCTURES

Медведева Евгения Владимировна

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

Приходько Марина Геннадьевна

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

Ханюченко Никита Демьянович

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

Аннотация. Рассмотрена технология сварки взрывом, как перспективное направление при создании аппаратов, применяемых как в процессе добычи нефти и газа : сепараторы, фильтры, так и при их переработке – абсорберы, ректификационные колонны, теплообменники.

Ключевые слова: детонатор, метаемая деталь, сварка давлением, сварка взрывом, биметаллический материал, плакирующий слой, детонационная волна.

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

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»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. Explosion welding technology is considered as a promising direction in the creation of devices used both in the process of oil and gas production : separators, filters, and during their processing – absorbers, rectification columns, heat exchangers.

Keywords: detonator, projectile, pressure welding, explosion welding, bimetallic material, cladding layer, detonation wave.

Биметаллические материалы используются для уменьшения стоимости конструкции за счет покрытия из более дешевого материала. Это позволяет получить качественное покрытие поверхности оборудования с применением распространенных материалов. Такие покрытия позволяют снизить наиболее частые причины выхода из строя деталей и узлов нефтяного оборудования, работающего под воздействием высокоскоростных потоков газа и жидкости. Также покрытия уменьшают разрушение металла при обтекании изделия газовым или жидкостным потоком, содержащим твёрдые механические примеси, воздействие агрессивных веществ таких как, сероводород, углекислый газ, хлориды, соляная кислота. Высокие температуры также способствуют интенсификации коррозионных процессов. Скорость протекания коррозии зависит от механических и химических свойств материала, из которого изготовлен аппарат или узел.

В производстве биметаллов в настоящее время наиболее широко применяются следующие способы: совместная горячая прокатка биметаллических заготовок, полученных пакетным способом, литейным плакированием, электродуговой наплавкой под слоем флюса.

Существенными недостатками этих способов получения биметаллических материалов являются:

- использование дорогостоящего прокатного оборудования;
- ограниченное количество сочетаний соединяемых этими способами металлов;
- неравномерность отдельных слоёв по толщине;
- высокий расход исходных материалов.

Значительные преимущества в этом плане имеет способ изготовления биметаллических листов методом взрывного плакирования – сваркой взрывом. Его отличают, прежде всего:

- возможность изготовления многослойных композиций практически любых сочетаний металлов;
- возможность выполнения достаточно жёстких допусков по толщине слоёв;
- относительно низкий уровень капитальных затрат на организацию производства, а также оперативность, технологичность и высокая производительность.

Сварка взрывом – это способ сварки давлением, при котором для очистки, сближения, активации и соединения поверхностей используют энергию взрыва. Принципиальная схема сварки взрывом представлена на рисунке 1.

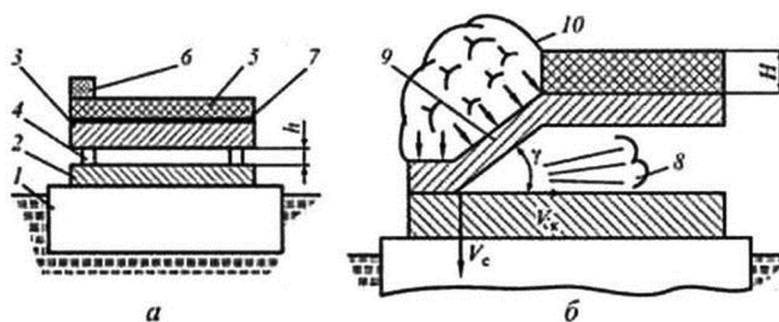


Рисунок 1 – Схема сварки взрывом: а – до начала; б – в процессе взрыва; 1 – жёсткое основание; 2 – неподвижная деталь; 3 – μεταемая деталь; 4 и 7 – прокладки; 5 – заряд; 6 – детонатор; 8 – кумулятивная струя; 9 – детонационная волна; 10 – продукты горения

Для сварки взрывом на жёсткое основание 1 укладывают одну из свариваемых деталей 2. Параллельно ей сверху с зазором h располагают вторую (метаемую) деталь 3. Обе детали предварительно зачищают, удаляя окалину, жировую плёнку, ржавчину. На всей поверхности метаемой детали располагают слой взрывчатого вещества. После подрыва детонатором 6 заряд 5 взрывается, и по нему распространяется фронт детонационной волны со скоростью 2000...8000 м/с. Образующиеся газообразные продукты

взрыва со скоростью 1000 ...6000 м/с расширяются, давят на деталь 3, которая ударяется о неподвижную деталь 2 и дважды перегибается. Поверхности соударяются, и совместно деформируясь, образуют сварное соединение. При данной технологии соединение деталей, как правило, происходит по волнообразной линии. Конфигурация волн зависит от параметров режима сварки : скорости соударения деталей, скорости контактирования и угла соударения. Эти параметры можно регулировать, подбирая взрывчатое вещество, меняя высоту его слоя и зазор между деталями с учётом плотности и толщины метаемой детали.

Анализ источников показал, что применение биметаллических листов в энергетических конструкциях (сепараторы, скрубберы, теплообменники) взамен однородной стали Х18Н10Т позволяет снижать стоимость материала изделий до 67 %.

Таким образом, сварка взрывом в силу своих преимуществ, таких как чрезвычайно высокая скоротечность осуществления процесса соединения металлов и незначительный разогрев соединяемых металлов, высокая производительность и оперативность, а также дешевизна и транспортабельность источника используемой энергии, вошла в разряд одних из самых перспективных способов соединения разнородных металлов, которые обычными способами сварки соединить чрезвычайно трудно или даже невозможно.

Литература:

1. Современные конструкции уплотняющих затворов плавающих крыш вертикальных стальных резервуаров / Е.И. Величко [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 7 (331). – С. 49–53.

2. 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.

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.

10. 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.

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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 33–36.

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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

Literature:

1. Modern designs of sealing gates of floating roofs of vertical steel tanks / E.I. Velichko [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 7 (331). – P. 49–53.

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

3. 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 75-th anniversary of the Victory in 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

5. Technology of transportation of high-viscosity oils using the method of heating. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // 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 : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.

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

8. 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. – V. 1. – P. 156–160.

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

10. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.

11. Gasification of remote settlements of Russian regions with the use of mobile gas tankers / V.I. Dunaev [et al.] // Nauka. New generation. Success : Materials of International

Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

12. Fighting foaming in the field apparatuses with a jet pump / 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. 178–180.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ ГРП И «ФИШБОН»

**COMPARISON OF HYDRAULIC FRACTURING DRILLING TECHNOLOGY
AND FISHBON**

Медведева Евгения Владимировна

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

Приходько Марина Геннадьевна

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

Ханюченко Никита Демьянович

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

Аннотация. В данной статье будет рассмотрен новый метод бурения «ФИШБОН», представляющий собой многоствольную скважину, от которой в разные стороны отходят ответвления, так называемые «иглы», что отдалённо напоминает скелет рыбы, отсюда и пошло название данной технологии. Данный метод бурения применяется в качестве альтернативы методу гидравлического разрыва пласта и для повышения дебита эксплуатируемой скважины.

Ключевые слова: нефтедобыча, бурение, скважина, фишбон, дебит, гидравлический разрыв пласта.

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

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»,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. This article will consider a new drilling method «FISHBON», which is a multi-lateral well, from which branches, so-called «needles» depart in different directions, which vaguely resembles a fish skeleton, hence the name of this technology. This drilling method is

used as an alternative to hydraulic fracturing and to increase the production rate of an operating well.

Keywords: oil production, drilling, well, fishbone, flow rate, hydraulic fracturing.

В настоящее время на территории Российской Федерации практически не осталось нефтяных и газовых месторождений, показывающих высокий дебит при эксплуатации простыми вертикальными или горизонтальными скважинами, это обусловлено тем, что месторождения, которые давно находятся в эксплуатации, истощены, а сложность разработки новых месторождений обусловлена их непростым геологическим строением.

Для поддержания рабочего состояния скважины и повышения ее нефтеотдачи в настоящее время широко используется метод гидравлического разрыва пласта (ГРП). Суть данного метода состоит в разрыве продуктивного пласта путём закачки в скважину жидкости, находящейся под высоким давлением. Когда давление закачиваемой жидкости превышает горизонтальную составляющую горного давления, в пласте образуется вертикальная трещина. Результатом применения данного метода является сеть трещин, образовавшаяся в продуктивном пласте, что приводит к повышению проницаемости флюидов в трещинах, а, следовательно, к повышению нефтеотдачи и увеличению эффективности скважины.

Но технология ГРП наряду с неоспоримыми достоинствами имеет и ряд недостатков, которые на сегодняшний день можно избежать путём внедрения новой технологии бурения – «ФИШБОН».

Данная технология представляет собой бурение горизонтальной скважины с многочисленными ответвлениями по всей ее длине, что напоминает скелет рыбы. Схематическое изображение скважины с технологией «ФИШБОН» представлено на рисунке 1.

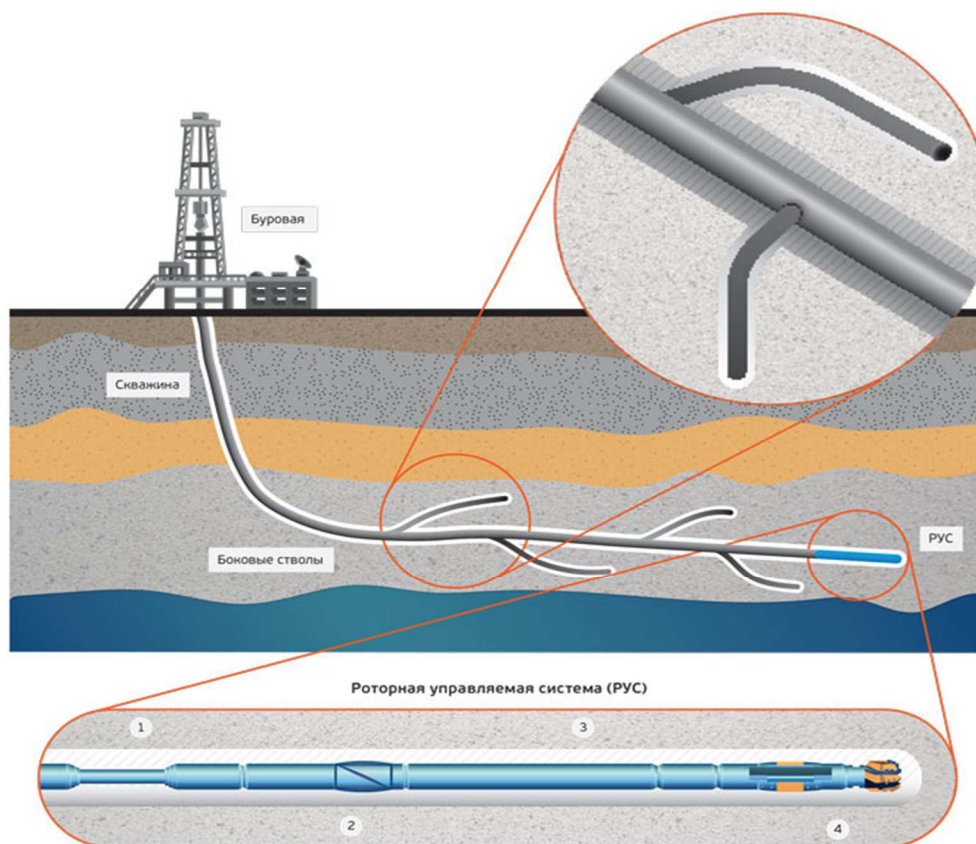


Рисунок 1 – Схематическое изображение скважины с технологией «ФИШБОН»

Конструкция «ФИШБОН», собираемая предварительно, включает в себя основную трубу и прикрепляемые к ней трубы меньшего диаметра, которые называются иглами. Под действием нагнетаемого давления жидкости иглы начинают выдвигаться из основной трубы и проникают в породу продуктивного пласта. Данная конструкция позволяет увеличить охват нефтенасыщенных участков пласта при меньшем объеме буровых работ, также появляется возможность направить ответвления в отдельные участки нефтяных залежей, избегая возможности проникновения в соседние пласты с газом или водой.

Скважины с технологией «ФИШБОН» впервые на территории России были применены в 2016 году на одном из участков Восточно-Мессояхского месторождения. Стартовый дебит многозабойных скважин типа «ФИШБОН» оказался на 40 % выше, чем дебит обычных горизонтальных скважин, пробуренных на тех же участках пласта.

Но, как и метод ГРП технология «ФИШБОН» несмотря на большое количество преимуществ, имеет и ряд недостатков.

В результате исследования бурения с применением технологий гидравлического разрыва пласта и «ФИШБОН» была составлена таблица 1, в которой представлены достоинства и недостатки рассмотренных методов бурения.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки технологии бурения методом ГРП и «ФИШБОН»

Технология бурения	Достоинства	Недостатки
ГРП	Увеличение производительности скважины; Повышение уровня извлекаемых флюидов; Снижается потребность в устьевом и насосном оборудовании при эксплуатации скважины; Снижение затрат на природоохранные мероприятия; Не предполагает обязательного использования геомеханической модели	Риск прорыва трещины в обводнённый коллектор; Использование большого объёма химических реагентов; Большие объёмы работ по утилизации загрязнений; Авария в основном стволе приводит к потере всех дополнительных стволов; Риск загрязнения глубинных вод
«Фишбон»	Увеличение производительности скважины; Большой охват нефтенасыщенных участков; Использование при малых глубинах залегания пласта; Компактное оборудование; Наличие меньшего количества работников; Минимальный риск прорыва трещины в обводнённый коллектор	Более сложный процесс по сравнению с ГРП; Высокая стоимость проведения процесса бурения; Обязательное использование геомеханической модели; Сложность технических расчётов.

Таким образом, бурение скважин с применением технологии «ФИШБОН», несмотря на сложность вычислений, технологических расчётов и более серьёзной подготовки к бурению по сравнению с методом гидравлического разрыва пласта, является наиболее разумным методом интенсификации производительности скважины.

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 fluidity of high-viscosity oils by depressant 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 75-th anniversary of the Victory in 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 Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 148–152.

4. Technology of transportation of high-viscosity oils using the method of heating. Review of world experience / A.V. Poliakov [etc.] // 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 : Materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 62–65.

6. Velichko E.I., Prikhodko M.G. Underwater reservoirs // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 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. – V. 1. – P. 156–160.

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

9. Materials for nondestructive control by capillary method / A.V. Polyakov [et al.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 285–288.

**СООРУЖЕНИЕ И СПОСОБЫ УКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ
В УСЛОВИЯХ БОЛОТ**

**CONSTRUCTION AND METHODS OF LAYING PIPELINES
IN SWAMP CONDITIONS**

Медведева Евгения Владимировна

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

Приходько Марина Геннадьевна

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

Аннотация. Представлены основные способы сооружения и укладки трубопроводов в болотах, отражены основные особенности проведения работ при строительстве и эксплуатации.

Ключевые слова: трубопроводы, типы болот, сварка, изоляция, укладка труб, промораживание, подсыпка.

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

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. The main methods of construction and laying of pipelines in swamps are presented, the main features of the work during construction and operation are reflected.

Keywords: pipelines, types of bogs, welding, insulation, pipe laying, freezing, bedding.

Строительство трубопроводов на болотах имеет существенное отличие от строительства на равнине, сложенной плотными грунтами, только в период, когда поверхность болота не промерзла на глубину, обеспечивающую нормальную работу механизированных колонн. Поэтому технологию строительства на болотах необходимо рассматривать для двух состояний болот – промерзшего и талого.

Работы по сварке, изоляции и укладке объединяются в одну или две операции (одновременно осуществляются изоляция и укладка). Если траншея устраивается с плавсредств, а укладка ведется методом сплава, то подготовки трассы не производится.

Подготовка трассы может быть выполнена в зависимости от состояния болота (мерзлое, талое). В зависимости от типа болота, его естественного состояния и других

факторов при подготовке трассы выполняется одна из операций схемы. Выемка торфа проводится в тех случаях, когда работы принято вести по минеральному грунту. Торф убирается на всю глубину болота бульдозером, экскаватором или землеройным устройством, установленным на плавсредстве. Отсыпка песка производится при большой глубине болота. При этом отсыпается массивная песчаная подушка. Отсыпка песка производится с берега болота автосамосвалами или гидронамывом.

Осушение проводят с помощью водоотводных дренажных канав. Эта операция может быть эффективна только на болотах верхового типа. Промораживание осуществляется в тех случаях, когда необходимо как можно быстрее проморозить болото. Достигается это снятием снежного покрова с поверхности болота легкими бульдозерами со специальными отвалами. Выпускать на промороженное болото механизированную колонну можно только убедившись в достаточной прочности промерзшего грунта. Устройство лежневой дороги осуществляется как на талом, так и на мерзлом болоте для прохождения тяжелых строительных машин.

Сварка трубопровода в нитку, изоляция и укладка выполняются по различным технологическим схемам для замерзшего и талого состояния болота. При замерзшем болоте, когда становится возможным движение по нему механизированных колонн, технология строительства ничем не отличается от технологии на равнинной местности. Сварка из изолированных и неизолированных труб и секций выполняется так же, как и в нормальных условиях.

Укладка может производиться как оснащенного балластом трубопровода (для газопроводов), так и небалластированного. Протаскивание подготовленного трубопровода: на берегу полностью подготовленный к укладке трубопровод, длина которого на 30–40 м больше ширины болота, размещается в створе перехода на спусковой дорожке (водной, ледовой, роликовой, рельсовой) или на спланированной грунтовой полосе. Протаскивание производится с помощью тягового троса, заранее проложенного в подготовленной в болоте траншее. Укладка протаскиванием целесообразна в тех случаях, когда проезд кранов-трубоукладчиков по поверхности болота невозможен, а балластировка труб или не требуется (например, на нефтепроводе), или сделана на берегу (например газопровод с навешанными на трубы кольцевыми грузами или бетонированными трубами). При отрицательной плавучести трубопровод сразу протаскивается по дну, а при положительной внутрь трубы заливают воду, и трубопровод опускается на дно. Протаскивание с наращиванием секций отличается от предыдущего варианта тем, что оно осуществляется постепенно, после наращивания каждой секции длиной 100–200 м. Укладка методом сплава имеет несколько разновидностей, но суть всех одинакова: трубопровод выводят в траншею на плаву, перемещая его с берега. Различны только способы спуска труб с берега в траншею. Общая длина сплаваемого трубопровода, как показывает опыт, может достигать нескольких километров. Этот метод очень эффективен на труднопроходимых болотах при условии, что траншея подготовлена заранее, например, в зимнее время одноковшовым экскаватором. Поскольку трубопровод перемещается по поверхности воды, то сила толкания невелика и достаточно для этой цели одного тягача или трубоукладчика. Укладка трубопровода методом сплава с опор имеет две разновидности. Трубопровод, полностью подготовленный к укладке (обязательно защищенный футеровкой или бетонированный), спускают в траншею по роликовому пути или в подвешенном состоянии на троллеях трубоукладчиками. В первом случае требуется строительство роликового или узкоколейного пути, во втором – использование нескольких трубоукладчиков. Укладка трубопровода сплавом с одновременной изоляцией осуществляется с помощью трубоукладчиков и роликовых опор. Трубопровод укладывают в траншею, заполненную водой, с одновременным нанесением на трубы изоляционного покрытия. Этот способ получил название способа непрерывного сплава. Укладка выполняется в следующем порядке: сваривают плети труб длиной по 120–150 м; общая длина их должна превышать ширину пересекаемого болота; очищают и изолируют при помощи очистной и изоляционной машин первую плеть – го-

ловную (80–90 м) и спускают ее с берега в траншею; к головной плети приваривают следующую плеть, очищают, изолируют ее и спускают в траншею, одновременно протаскивая первую дальше по траншее. Таким образом, может быть спущен в траншею трубопровод любой длины. Изоляция при этом не имеет разрыва. В зависимости от способов ее нанесения технология производства работ может несколько видоизменяться.

Классификация болот:

I – болота, целиком заполненные торфом, на которых допускается работа и неоднократное передвижение болотной техники с удельным давлением 0,02 – 0,03 МПа или работа обычной техники с помощью щитов, сланей и дорог, снижающих удельное давление до 0,02 Мпа;

II – болота, целиком заполненные торфом, на них допускается работа и передвижение строительной техники только по щитам, сланям и дорогам, снижающим удельное давление до 0,01 Мпа;

III – болота, заполненные растекающимся торфом и водой с плавающей торфяной коркой. Допускается работа только техники на понтонах или плавсредствах.

Строительство трубопроводов на болотах очень сложный технологический процесс, ему уделяется особое внимание при проектировании, строительстве и эксплуатации.

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. – 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. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 178–180.

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. 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.

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. 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.

7. 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.

8. 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.

Literature:

1. Gasification of remote settlements of the regions of Russia with the use of mobile gas trucks / V.I. Dunayev [et al.] // Nauka. New generation. Success : Materials of International Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – P. 33–36.

2. Fighting foam formation in the field apparatuses with a jet pump / 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 – Yug, 2020. – P. 178–180.
3. Chudakov G.M., Tereschenko I.A. Application of foaming liquids during drilling of oil and gas wells // Oil, Gas and Business. – 2012. – № 4. – P. 70–71.
4. Salt heater for internal combustion engines / I.A. Tereschenko [etc.] // Referatotech : Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 2. – P. 169–172.
5. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises / N.D. Khanyuchenko [et al.] // Materials of International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – V. 1. – P. 190–194.
6. Brittle failure of rocks / V.I. Dunayev [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 6 (330). – P. 18–20.
7. Application of single-nozzle ejection jet device for inhibitor injection into the field gas pipeline / A.V. Polyakov [et al.] // Electronic Scientific Journal of Oil and Gas Business. – 2012. – № 1. – P. 151–157.
8. Polyakova V.V., Tereschenko I.A. Device for utilization and conversion of thermal energy of industrial enterprises // Collection of the best scientific papers of young scientists of Kuban State Technological University, awarded at competitions. – Krasnodar, 2018. – P. 43–44.

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. 26,3
Усл. печ. л. 24,4
Уч.-изд. л. 22,0

Формат 60×84^{1/8}
Печать трафаретная
Изд. № 1170
Тираж 50 экз.
Заказ № 2257

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>