

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»

REFERATOTECH

Материалы
II Международной научно-практической конференции

(23 октября 2021 г.)

Сборник статей

Краснодар
2022

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

P45

P45 **REFERATOTECH** : материалы II Международной научно-практической конференции (23 октября 2021 г.) : в 2 т. : сборник статей / ФГБОУ ВО «Кубан. гос. технол. ун-т»; Институт «Нефти, газа и энергетики», кафедра «Оборудование нефтяных и газовых промыслов». – Краснодар : Издательский Дом – Юг.

Т. 2. – 2022. – 320 с.

ISBN 978-5-91718-688-7 (Т. 2)

ISBN 978-5-91718-686-3

В сборнике представлены материалы II Международной научно-практической конференции, «Referatotech». Конференция проведена кафедрой оборудования нефтяных и газовых промыслов ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» 23 октября 2021 года для школьников, студентов, бакалавров, магистрантов, аспирантов высших учебных заведений. Данный сборник статей включает научные работы о современных исследованиях в области энергетики, нефтегазового дела, геологии и разработки нефтяных месторождений, методов увеличения нефтеотдачи пластов, проблем науки и образования, математическом моделировании природных и технологических процессов. Сборник предназначен для преподавателей и студентов, аспирантов высших учебных заведений.

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 978-5-91718-688-7 (Т. 2)

ISBN 978-5-91718-686-3

© Коллектив авторов, 2022

© ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022

© Оформление ООО «Издательский Дом – Юг», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
Колесникова Ю.Е., Шиян С.И., Кирарас Н.А. Техногенное воздействие на недра при добыче и использовании углеводородов	12
Kolesnikova Yu.E., Shiyan S.I., Kiraras N.A. Technogenic impact on the subsoil during the extraction and use of hydrocarbons	
Кореновский Г.И., Шиян С.И., Лаврентьев А.М., Москвин В.А., Кусова Л.Г. Классификация коррозионных процессов	17
Korenovskiy G.I., Shiyan S.I., Lavrentiev A.M., Moskvin V.A., Kusova L.G. Classification of corrosion processes	
Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И., Белоусов Д.С. Получение пусковых характеристик двигателя ДАЗО4 с использованием модели в координатах обобщенного вектора	23
Korobeynikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I., Belousov D.S. Obtaining the starting characteristics of the DAZO4 engine using the model in the coordinates of the generalized vector	
Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И., Смаглиев А.М. Моделирование электромагнитных процессов при пуске двигателя ДАЗО4 в координатах обобщенного вектора	27
Korobeynikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I., Svagliev A.M. Modeling of electromagnetic processes when starting the engine DAZO4 in the coordinates of the generalized vector	
Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И., Белоусов Д.С., Определение обобщенной корректирующей функции для группы асинхронных двигателей серии 4А3М	31
Korobeynikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I., Belousov D.S. Determination of the generalized correcting function for a group of asynchronous motors of the 4A3M series	
Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Векторное моделирование запуска двигателя нефтяного насоса	35
Korobeynikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I. Vector modeling of engine starting oil pump	
Кошкош В.Д., Терещенко И.А. Методики определения остаточного ресурса для РВС	39
Koshkosh V.D., Tereshchenko I.A. Methods for determining the residual resource for RVS	
Кузнецова А.В., Приходько М.Г. Совершенствование процесса подготовки нефти к транспорту	42
Kuznetsova A.V., Prikhodko M.G. Improving the process of preparing oil for transport	

Кулаченко Е.С., Шиян С.И., Колесникова Ю.Е., Шаблий И.И. Особенности конструкции газовых скважин и добычи природного газа	45
Kulachenko E.S., Shiyan S.I., Kolesnikova Yu.E., Shabliy I.I. Peculiarities of gas well design and natural gas production	
Кулинченко Д.Э., Шиян С.И., Тараник Р.А., Суховерова П.А. Типы нефтеперерабатывающих заводов	51
Kulinchenko D.E., Shiyan S.I., Taranik R.A., Sukhoverova P.A. Types of oil refineries	
Кухарев А.С., Гилаев Г.Г. Состав и параметры буровых растворов, необходимые для разработки месторождений нефти и газа. Охрана окружающей среды при работе с буровым раствором	56
Kuharev A.S., Gilaev G.G. The composition and parameters of drilling fluids required for the development of oil and gas fields. Environmental protection when working with drilling mud	
Кухарев А.С., Гилаев Г.Г. Технология строительства вертикальных скважин с локальным креплением ствола в зонах осложнений на примере Приобского месторождения, скважины А-60	63
Kuharev A.S., Gilaev G.G. The technology of construction of vertical wells with local trunk attachment in the areas of complications on the example of the Priobskoye field, well A-60	
Кухарев А.С., Гилаев Г.Г. Типы и свойства буровых долот	70
Kuharev A.S., Gilaev G.G. Types and properties of drill bits	
Лаврентьев А.М., Шиян С.И., Шавинян Д.К., Кореновский Г.И. Защитные покрытия для трубопроводов	77
Lavrentiev A.M., Shiyan S.I., Shavinyan D.K., Korenovskiy G.I. Protective coatings for pipelines	
Линдюк Д.Р., Шиян С.И., Кулаченко Е.С. Системы промыслового сбора природного газа	82
Lindiuk D.R., Shiyan S.I., Kulachenko E.S. Industrial natural gas collection systems	
Литвиненко Ю.А., Шиян С.И., Малышкова М.Л., Селимшаева Э.З. Катодная защита трубопроводов	86
Litvinenko Yu.A., Shiyan S.I., Malyshkova M.L., Selimshaeva E.Z. Cathodic protection of pipelines	
Литвиненко Ю.А., Селимшаева Э.З., Музыкантова А.В. Основные направления переработки нефтяных газов	92
Litvinenko Yu.A., Selimshayeva E.Z., Muzykantova A.V. The main directions of oil gas processing	

Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д., Лежнев В.В. Аппараты воздушного охлаждения газа	95
Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D., Lezhnev V.V. Gas air cooling devices	
Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д. Состав работ, выполняемых при строительстве линейной части трубопровода	98
Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D. The scope of work performed during the construction of the linear part of the pipeline	
Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д. Спользование сжиженных углеводородных газов в системе газоснабжения	101
Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D. Use of liquefied petroleum gases in the gas supply system	
Малофеева А.Ю., Шиян С.И., Андруевич Д.А. Хранилища сжиженных углеводородных газов	104
Malofeeva A.Yu., Shiyan S.I., Andrushevich D.A. Liquefied petroleum gas storage	
Малышкова М.Л., Шиян С.И., Данчина Я.В., Литвиненко Ю.А. Системы перекачки нефти	109
Malyshkova M.L., Shiyan S.I., Danchina Ya.V., Litvinenko Yu.A. Oil pumping systems	
Москвин В.А., Шиян С.И., Кореновский Г.И., Шавинян Д.К. Протекторная защита трубопроводов	114
Moskvin V.A., Shiyan S.I., Korenovskiy G.I., Shavinyan D.K. Tread protection of pipelines	
Мстоев Э.Э., Крусь И.С., Ступкин В.А., Приходько М.Г. Особенности проведения работ при строительстве скважины	119
Mstoev E.E., Krus I.S., Stupkin V.A., Prikhodko M.G. Features of work during well construction	
Отаров А.Р., Гилаев Г.Г. Основные методы вторичного вскрытия продуктивных пластов и их особенности	122
Otarov A.R., Gilaev G.G. The main methods of secondary drilling-in of productive formations and their features	
Отаров А.Р., Гилаев Г.Г. Технология проведения гидроразрыва пласта и использование растворимых шаров в качестве потокоотклонителей при поинтервальном ГРП	131
Otarov A.R., Gilaev G.G. Hydraulic fracturing technology and the use of flow diverter for interval fracturing	
Отаров А.Р., Гилаев Г.Г. Особенности применения кислотной обработки призабойной зоны пласта добывающих и нагнетательных скважин	140
Otarov A.R., Gilaev G.G. Peculiarities of acid treatment application bottomhole formation zone of production and injection wells	

Паранук А.А., Меретуков М.А., Кохужева Р.Б., Румянцев С.В., Субочев О.Г., Скворцов Л.А. Виды повреждений камер сгорания газотурбинных двигателей	149
Paranuk A.A., Meretukov M.A., Kokhuzheva R.B. Rumyantsev S.V., Subochev O.G., Skvortsov L.A. Types of damage to combustion chambers of gas turbine engines	
Паранук А.А., Меретуков М.А., Кохужева Р.Б., Румянцев С.В., Субочев О.Г., Скворцов Л.А. Применение методов численного моделирования газодинамических процессов для диагностики камер сгорания	153
Paranuk A.A., Meretukov M.A., Kokhuzheva R.B. Rumyantsev S.V., Subochev O.G., Skvortsov L.A. Application of methods of numerical modeling of gas dynamic processes for diagnostics of combustion chambers	
Паранук А.А., Меретуков М.А. Кохужева Р.Б., Казаков С.В., Молодых А.С. Исследование коррозии газопровода в условиях Арктики	157
Paranuk A.A., Meretukov M.A. Kokhuzheva R.B., Kazakov S.V., Molodykh A.S. Gas pipeline corrosion study in Arctic conditions	
Паранук А.А., Меретуков М.А. Кохужева Р.Б., Казаков С.В., Молодых А.С. Применение композитной арматуры	162
Paranuk A.A., Meretukov M.A. Kokhuzheva R.B., Kazakov S.V., Molodykh A.S. The use of composite reinforcement	
Пахомов Р.А., Сушко А.А. Анализ возможности использования возобновляемых источников энергии для нужд отопления трёхэтажного этажного здания в городе Стерлитамак	167
Pakhomov R.A., Sushko A.A. Analysis of the possibility of using renewable energy sources for the heating needs of a three-storey building in the city of Sterlitamak	
Самайкин М.Д., Шиян С.И., Шавинян Д.К., Малышкова М.Л., Суховерова П.А. Целесообразность осуществления последовательной перекачки нефти и нефтепродуктов и структура современного нефтепродуктопровода	171
Samaykin M.D., Shiyan S.I., Shavinyan D.K., Malyshkova M.L., Sukhoverova P.A. The feasibility of sequential pumping of oil and petroleum products and the structure of a modern oil product pipeline	
Самайкин М.Д., Шавинян Д.К., Музыкантова А.В. Процессы подготовки нефти	177
Samaykin M.D., Shavinyan D.K., Muzykantova A.V. Oil preparation processes	
Самарин М.А., Шиян С.И., Линдюк Д.Р. Промысловая подготовка нефти	180
Samarin M.A., Shiyan S.I., Lindiuk D.R. Field oil preparation	

Самарин М.А., Шиян С.И., Соловьёв М.Д. Первичная переработка нефти	185
Samarin M.A., Shiyan S.I., Solovjev M.D. Field gas purification	
Самарин М.А., Шиян С.И., Кулинченко Д.Э. Камеры приема и пуска поточных средств очистки и диагностики	190
Samarin M.A., Shiyan S.I., Kulichenko D.E. Reception and start-up chambers for in-line cleaning and diagnostics	
Селимашева Э.З., Шиян С.И., Малышкова М.Л., Литвиненко Ю.А. Электродренажная защита трубопроводов	194
Selimshaeva E.Z., Shiyan S.I., Malyshkova M.L., Litvinenko Yu.A. Electrical drainage protection of pipelines	
Соловьёв М.Д., Шиян С.И., Самарин М.А., Шаблий И.И. Промысловая подготовка газа	199
Solovjev M.D., Shiyan S.I., Samarin M.A., Shabliy I.I. Field gas purification	
Стаканов К.С., Шиян С.И., Шавинян Д.К., Данчина Я.В., Каракай К.К. Комбинированные защитные покрытия для трубопроводов	204
Stakanov K.S., Shiyan S.I., Shavinyan D.K., Danchina Ya.V., Karakay K.K. Combined protective coatings for pipelines	
Суховерова П.А., Шиян С.И. Создание цетаноповышающих присадок к дизельному топливу	209
Sukhoverova P.A., Shiyan S.I. Creation of cetane-increasing additives for diesel fuel	
Суховерова П.А., Шиян С.И. Достоинства и недостатки нижнего налива в автоцистернах	213
Sukhoverova P.A., Shiyan S.I. Advantages and disadvantages of bottom loading road tank cars	
Тараник Р.А., Шиян С.И., Самарин М.А. Вторичная переработка нефти	218
Taranik R.A., Shiyan S.I., Samarin M.A. Secondary oil processing	
Харченко Я.М., Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д., Лежнев В.В. Особенности проектирования нефтебаз	225
Kharchenko Ya.M., Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D., Lezhnev V.V. Features of the design of oil depots	
Харченко Я.М., Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д., Недбаева Д.А. Нефтяные гавани, причалы и пирсы	228
Kharchenko Ya.M., Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D., Nedbayeva D.A. Oil harbors, berths and piers	

Харченко Я.М., Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д. Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции	231
Kharchenko Ya.M., Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D. Automotive gas filling compressor stations	
Харченко Я.М., Шиян С.И., Храпай Д.С. Газораспределительные сети	234
Kharchenko Ya.M., Shiyani S.I., Khrapai D.S. Gas distribution networks	
Храпай Д.С., Шиян С.И., Харченко Я.М. Подземные хранилища газа	238
Khrapai D.S., Shiyani S.I., Kharchenko Ya.M. Underground gas storage	
Храпай Д.С., Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д., Лежнев В.В. Свойства газов, влияющие на технологию их транспорта	243
Khrapai D.S., Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D., Lezhnev V.V. Properties of gases affecting the technology of their transport	
Храпай Д.С., Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д., Лежнев В.В. Состав работ, выполняемых при сооружении насосных и компрессорных станций	246
Khrapai D.S., Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D., Lezhnev V.V. Scope of work performed during the construction of pumping and compressor stations	
Храпай Д.С., Малофеева А.Ю., Терещенко И.А., Ханюченко Н.Д., Лежнев В.В. Основные объекты газоперерабатывающих заводов	249
Khrapai D.S., Malofeeva A.Yu., Tereshchenko I.A., Hanyuchenko N.D., Lezhnev V.V. Main facilities of gas processing plants	
Хуаде Н.З., Теучеж Т.Р., Ставриади А.С., Сидоров Д.И., Оппаходжаев А.М. Идентификация параметров математической модели регулятора возбуждения типа DC3A на основе данных численного эксперимента	252
Khuade N.Z., Teuchezh T.R., Stavriadi A.S., Sidorov D.I., Oppakhodzhaev A.M. Parameters identification of the DC3A excitation controller mathematical model based on the data of a numerical experiment	
Хуаде Н.З., Теучеж Т.Р., Ставриади А.С., Сидоров Д.И., Оппаходжаев А.М. Идентификация параметров математической модели регулятора возбуждения типа AC8B на основе данных численного эксперимента	256
Khuade N.Z., Teuchezh T.R., Stavriadi A.S., Sidorov D.I., Oppakhodzhaev A.M. Parameters identification of the AC8B excitation controller mathematical model based on the data of a numerical experiment	

Чанкаева О.И., Наумов Е.А., Кузнецов И.А., Сидоров Д.И., Оппаходжаев А.М.	
Идентификация параметров математической модели регулятора возбуждения типа DC4B на основе данных численного эксперимента	259
Chankaeva O.I., Naumov E.A., Kuznetsov I.A., Sidorov D.I., Oppakhodzhaev A.M.	
Identification of the parameters of the mathematical model of the DC4B type excitation controller based on the data of a numerical experiment	
Чанкаева О.И., Наумов Е.А., Кузнецов И.А., Сидоров Д.И., Оппаходжаев А.М.	
Идентификация параметров математической модели регулятора возбуждения типа AC7B на основе данных численного эксперимента	263
Chankaeva O.I., Naumov E.A., Kuznetsov I.A., Sidorov D.I., Oppakhodzhaev A.M.	
Identification of the parameters of the mathematical model of the DC4B type excitation controller based on the data of a numerical experiment	
Чертов В.А., Приходько М.Г.	
Особенности эксплуатации газоконденсатных месторождений	267
Chertov V.A., Prikhodko M.G.	
Features of the operation of gas condensate fields	
Шавинян Д.К., Шиян С.И., Самайкин М.Д., Данчина Я.В.	
Мероприятия по предупреждению образования гидратов и их разрушению	270
Shavinyan D.K., Shiyan S.I., Samaykin M.D., Danchina Ya.V.	
Measures to prevent the formation of hydrates and their destruction	
Шиян С.И., Ащуров А.Д., Багдасарян А.А.	
Особенности трубопроводного транспорта сжиженных газов	275
Shiyan S.I., Ashurov A.D., Bagdasaryan A.A.	
Features of pipeline transport of liquefied gases	
Шиян С.И., Калинин Н.А., Задачин А.А.	
Автомобильные газонаполнительные компрессорные станции	280
Shiyan S.I., Kalinin N.A., Zadachin A.A.	
Automobile gas-filling compressor stations	
Шиян С.И., Задачин А.А., Калинин Н.А.	
Использование сжиженных углеводородных газов в системе газоснабжения	283
Shiyan S.I., Zadachin A.A., Kalinin N.A.	
Use of liquefied hydrocarbon gases in a gas supply system	
Шиян С.И., Суховерова П.А., Владимиров А.В., Задачин А.А.	
Влияние разработки Самитинского нефтяного месторождения на окружающую среду	292
Shiyan S.I., Sukhoverova P.A., Vladimirov A.V., Zadachin A.A.	
The influence of the development of the Samitinsky oil field for the environment	

Шиян С.И., Суховерова П.А., Косова Д.А., Задачин А.А. Оценка экологичности проекта по проведению зарезки боковых стволов на скважинах объекта АВ ₄₋₅ Самотлорского месторождения	296
Shiyan S.I., Sukhoverova P.A., Kosova D.A., Zadachin A.A. Environmental assessment of the project for sidetracking trunks at the wells of the АВ ₄₋₅ facility of the Samotlor field	
Шиян С.И., Суховерова П.А., Косова Д.А., Задачин А.А. Мероприятия по обеспечению безопасности ведения работ при строительстве скважины на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении	300
Shiyan S.I., Sukhoverova P.A., Kosova D.A., Zadachin A.A. Safety measures conducting works in the construction of a well at Chayanda oil and gas condensate deposits	
Шиян С.И., Столбов В.Н., Суховерова П.А., Косова Д.А., Задачин А.А. Мероприятия по обеспечению безопасности ведения работ при строительстве скважины на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении	304
Shiyan S.I., Stolbov V.N., Sukhoverova P.A., Kosova D.A., Zadachin A.A. Safety measures conducting works in the construction of a well at Chayanda oil and gas condensate deposits	
Шиян С.И., Колесник А.Е., Задачин А.А., Аванесов А.С., Коробко Д.Д. Рентгенографический метод контроля качества сварных соединений магистральных нефтепроводов, как фактор эффективной диагностики	309
Shiyan S.I., Kolesnik A.E., Zadachin A.A., Avanesov A.S., Korobko D.D. X-ray method of quality control of welded connections of oil pipelines as a factor of effective diagnostics	
Шиян С.И., Колесник А.Е., Задачин А.А., Аванесов А.С., Коробко Д.Д. Основная технология, применяемая при гидроразрыве сланцевого коллектора. Гидроструйный гидроразрыв	315
Shiyan S.I., Kolesnik A.E., Zadachin A.A., Avanesov A.S., Korobko D.D. Basic technology applied in hydraulic facing of a shale manifold. Hydraulic hydraulic function.	

ВВЕДЕНИЕ

23 октября 2021 года ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» на базе кафедры «Оборудование нефтяных и газовых промыслов» института «Нефти, газа и энергетики» проводил II Международную научно-практическую конференцию «Referatotech».

Перед конференцией была поставлена важная и крайне актуальная задача: на основе последних достижений науки о Земле, в области механики жидкости и газа, термодинамики, физико-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 конференцией задачи проводился по следующим секциям:

- Энергетика.
- Нефтегазовое дело.
- Экология и химическая технология.
- Вопросы разработки новых научных и образовательных технологий.
- Математическое моделирование природных и технологических процессов.
- Геология и геофизика.

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, аспиранты и студенты технических ВУЗов, работники нефтяных и газовых компаний.

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

**ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НЕДРА
ПРИ ДОБЫЧЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ**

**TECHNOGENIC IMPACT ON THE SUBSOIL DURING
THE EXTRACTION AND USE OF HYDROCARBONS**

Колесникова Юлия Евгеньевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
juli.kolesnikova2017@yandex.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Кирарас Никита Андреевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
rr.king@list.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема техногенного воздействия на недра при добыче и использовании углеводородов. Так же, раскрыта тема возможного негативного влияния на геологическую среду и пути его устранения.

Ключевые слова: геологическая среда, добыча углеводородов, недра, недропользование, разработка месторождений, техногенное воздействие, экологическая опасность.

Kolesnikova Yulia Evgenievna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
juli.kolesnikova2017@yandex.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kiraras Nikita Andreevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
rr.king@list.ru

Annotation. This article discusses the problem of man-made impact on the subsoil during the extraction and use of hydrocarbons. Also, the topic of possible negative impact on the geological environment and ways to eliminate it is disclosed.

Keywords: geological environment, hydrocarbon production, subsoil, subsurface use, field development, technogenic impact, environmental hazard.

Поиск, разведка и добыча углеводородного сырья всегда сопровождается изменением состояния земной коры. Часто это приводит к различного рода геодинамическим событиям, таким как: возникновение разломов, землетрясения, сдвиги массивов горных пород и другие миграционные процессы земных недр. Причиной возникновения на месторождениях нефти и газа сейсмических событий может являться увеличение гидродинамического давления, например, при циркуляции промывочной жидкости или дополнительном нагнетании воды в продуктивные пласты. В результате воздействия давления жидкости на пласт горного массива, характер механического взаимодействия между отдельными частями массива изменяется. Тем самым, сопротивляемость пород сдвигу снижается. И в момент, когда пласт накапливает значительную потенциальную энергию и принимает тектонические напряжения, он выходит из равновесного состояния. Ранее накопленная упругая потенциальная энергия деформаций высвобождается, переходит в кинетическую, тем самым, генерируя сейсмическое событие.

Большой проблемой от воздействия на нефтегазоносные породы является также загрязнение земных недр отходами производства при добыче и переработке углеводородов.

Чтобы разобраться в том, каким образом техногенное воздействие влияет на геологическую среду, можно представить самую простую проходку скважины. Скважина проходит через недр к продуктивным пластам, тем самым нарушая естественную разобщенность вышележащих горных пород и создает возможность взаимодействия пластов между собой.

Если взять во внимание то, что большинство залежей находится в зонах тектонических напряжений, то можно провести параллель между разработкой месторождения и большим количеством случаев техногенных, и даже сейсмических проявлений. Одним из таких проявлений является просадка земной поверхности. Непосредственной причиной деформации горных пород и просадки дневной поверхности при добыче углеводородов является падение пластового давления вследствие длительного отбора флюидов. Снижение пластового давления нарушает сложившийся баланс сил в горном массиве и вызывает дополнительную нагрузку на коллектор, что является причиной его уплотнения и деформаций окружающих пород.

Если рассматривать наиболее опасные смещения в результате техногенного воздействия на недр, к таким можно отнести неравномерные оседания земной поверхности и горизонтальные смещения. Такие изменения недр приведут к авариям на месторождениях, разрушениям инженерных сооружений и нефтегазопроводов. Явление горизонтальных сдвигов горных пород обусловлено наличием глинистых слоев, которые и являются причиной скольжения вышележащих пластов. Такие сдвиги нередко приводят к срезанию обсадных колонн эксплуатационных скважин.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что количество и интенсивность тектонических движений существенно увеличиваются за счет техногенного воздействия на геологическую среду при добыче углеводородов. Это, в свою очередь, может привести к загрязнениям окружающей среды, что представляет собой большую геологическую опасность. Так, вероятность возникновения различных форм чрезвычайных природно-техногенных геодинамических событий с негативными экологическими последствиями потенциально увеличивается.

Сложность проблемы техногенного воздействия на недр определяется рядом аспектов, связанных с недостаточной проработкой ряда теоретических и методических задач по интерпретации результатов комплексного мониторинга природно-техногенных геодинамических процессов, с отсутствием достаточно разработанных физико-математических

моделей и прогностических признаков, обеспечивающих надежную оценку риска возникновения чрезвычайных геодинамических событий и их последствий.

Таким образом, без специально поставленных исследований невозможно с достаточной определенностью оценить уровень и масштабы природно-техногенных геодинамических процессов, которые могут сопровождать длительную эксплуатацию нефтяного месторождения. Все это наталкивает на мысль о необходимости комплексного изучения и природных, и техногенных процессов, происходящих в геологической среде.

Комплексное изучение природных и техногенных геодинамических процессов позволит с определенной вероятностью оценить:

- характер и интенсивность проявления деформированного состояния резервуара при длительном отборе жидкости при очевидном снижении пластового давления;
- как поведет себя толща пород-флюидоупоров в течение длительной разработки месторождения;
- каков будет уровень вертикальных и горизонтальных смещений и деформаций в пределах разломных зон, возникающих в связи с развитием техногенных процессов в резервуаре;
- какова будет реакция геофизической среды в окрестностях месторождения на процессы в резервуаре.

Изучение возможного возникновения гидродинамического риска при разработке углеводородов следует принять за неотъемлемую часть комплекса мер в системе промышленно-экологической безопасности предприятия в нефтегазовой отрасли. В дальнейшем это поможет не только сократить затраты на ликвидацию негативных последствий возможных аварийных ситуаций, но и разработать рекомендации по их предотвращению.

Литература:

1. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
2. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
3. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 383–392.
4. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
5. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
6. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
7. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.

8. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

9. Анализ эффективности существующей системы очистки сточных вод и обоснование необходимости её модернизации на нефтебазе N / Д.Ю. Кирилкин [и др.] // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 190–200.

10. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

11. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

13. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.

14. Шиян С.И., Ильинский К.А., Пашуренко И.О. Переработка отходов животноводческого комплекса как решение проблемы парникового эффекта и способ получения источника энергии // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 219–227.

15. Шиян С.И., Шутов Д.В., Кусова Л.Г. Оценка условий и выявление границ эффективного освоения энергетических ресурсов техногенных месторождений на примере низконапорного газа // Рассохинские чтения : материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – С. 280–287.

Literature:

1. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

2. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

3. Sukhin A.A., Shiyan S.I. Analysis of methods for combating hydrates at the Astrakhan gas condensate field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.

4. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

5. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

6. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
7. Brizhan V.V., Shiyani S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 300–314.
8. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
9. Analysis of the effectiveness of the existing wastewater treatment system and justification of the need for its modernization at the oil depot N / D.Yu. Kirilkin [et al.] // Bulatov Readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 190–200.
10. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
11. Shiyani S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences. – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-otavarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.
13. Goida A.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. The current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.
14. Shiyani S.I., Ilyinsky K.A., Pashurenko I.O. Waste processing of the livestock complex as a solution to the problem of the greenhouse effect and a method of obtaining an energy source // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 219–227.
15. Shiyani S.I., Shutov D.V., Kusova L.G. Assessment of conditions and identification of boundaries of effective development of energy resources of man-made fields by the example of low-pressure gas // Rassokhin readings : Materials of an international conference. – Ukhta, 2021. – Part 1. – P. 280–287.

КЛАССИФИКАЦИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

CLASSIFICATION OF CORROSION PROCESSES

Кореновский Глеб Игоревич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
korenovskiy.gleb@list.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Лаврентьев Александр Михайлович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
a.lavrentev2001@mail.ru

Москвин Владислав Алексеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vlad.moskvin002@mail.ru

Кусова Лизавета Геннадиевна

студентка направления подготовки
21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии»
Санкт-Петербургский горный университет
kusovalisa@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены классификации коррозионных процессов.

Ключевые слова: коррозия, коррозия металлов, электрохимическая коррозия, сплошная коррозия, местная коррозия.

Korenovskiy Gleb Igorevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
korenovskiy.gleb@list.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Lavrentiev Alexander Mikhailovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
a.lavrentev2001@mail.ru

Moskvin Vladislav Alekseevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
vlad.moskvin002@mail.ru

Kusova Lizaveta Genadijevna

Student Training Direction 21.05.06
«Oil and Gas Equipment and Technologies»,
Saint Petersburg Mining University
kusovalisa@gmail.com

Annotation. In this article, the classifications of corrosion processes are considered.

Keywords: corrosion, metal corrosion, electrochemical corrosion, solid corrosion, local corrosion.

Коррозия металлов – это процесс, вызывающий разрушение металла или изменение его свойств в результате химического либо электрохимического воздействия окружающей среды.

Классификация коррозионных процессов приведена на рисунке 1. В условиях магистральных трубопроводов наиболее распространена электрохимическая коррозия – окисление металлов в электропроводных средах, сопровождающееся образованием электрического тока.

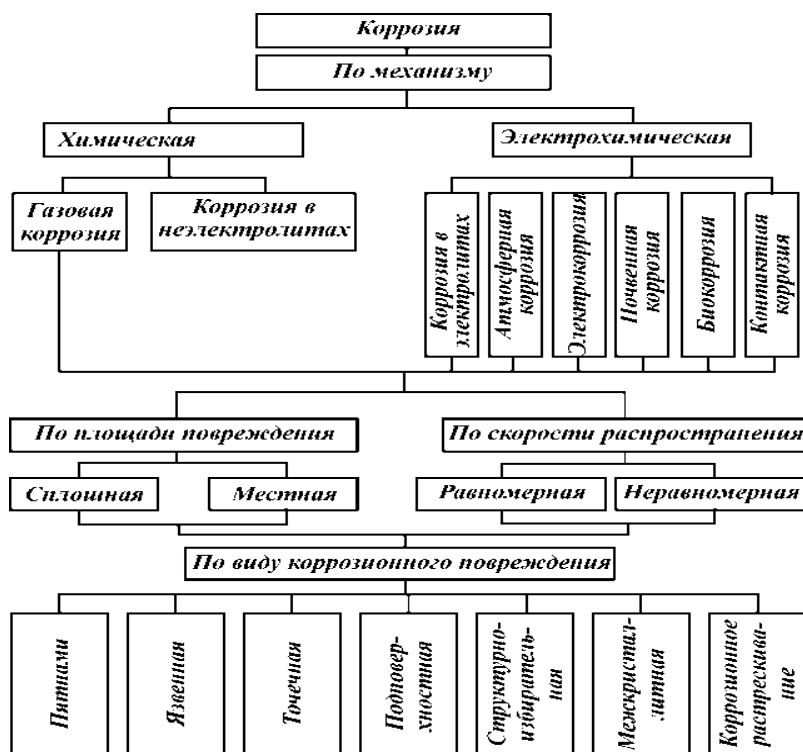


Рисунок 1 – Классификация коррозионных процессов

Термином «электрохимическая коррозия» объединяют следующие виды коррозионных процессов:

- коррозия в электролитах – коррозия металлов в жидких средах, проводящих электрический ток (вода, растворы кислот, щелочей, солей);

- почвенная коррозия – коррозия подземных металлических сооружений под воздействием почвенного электролита;
- электрокоррозия – коррозия металлических сооружений под воздействием блуждающих токов;
- атмосферная коррозия – коррозия металлов в атмосфере воздуха или другого газа, содержащего пары воды;
- биокоррозия – коррозия, вызванная жизнедеятельностью микроорганизмов, вырабатывающих вещества, ускоряющие коррозионные процессы;
- контактная коррозия – коррозия металлов в присутствии воды, вызванная непосредственным контактом двух металлов.

Процесс коррозии начинается с поверхности металлического сооружения и распространяется вглубь него. По результатам осмотра поверхности сооружения можно судить об интенсивности и характере коррозионного разрушения конструкции.

Различают сплошную и местную коррозию. В первом случае продуктами коррозии покрыта вся поверхность, находящаяся в контакте с коррозионной средой. Сплошная коррозия может быть равномерной – протекающей с одинаковой скоростью по всей поверхности, и неравномерной – протекающей с неодинаковой скоростью на различных участках поверхности металла (на пример, коррозия углеродистой стали в морской воде).

Местная коррозия – это окисление металла на отдельных участках металлической поверхности. Она может быть следующих видов (рис. 2):

- пятнами (глубина повреждения много меньше его диаметра);
- язвенная (глубина повреждения примерно равна его диаметру);
- точечная (глубина повреждения много больше его диаметра);
- подповерхностная (коррозионный процесс идет под слоем неповрежденного металла);
- структурно-избирательная (разрушается какой-то один компонент сплава);
- межкристаллитная (коррозионное разрушение имеет место на границе между кристаллами);
- коррозионное растрескивание (коррозионно-механическое воздействие приводит к образованию трещин в металле).

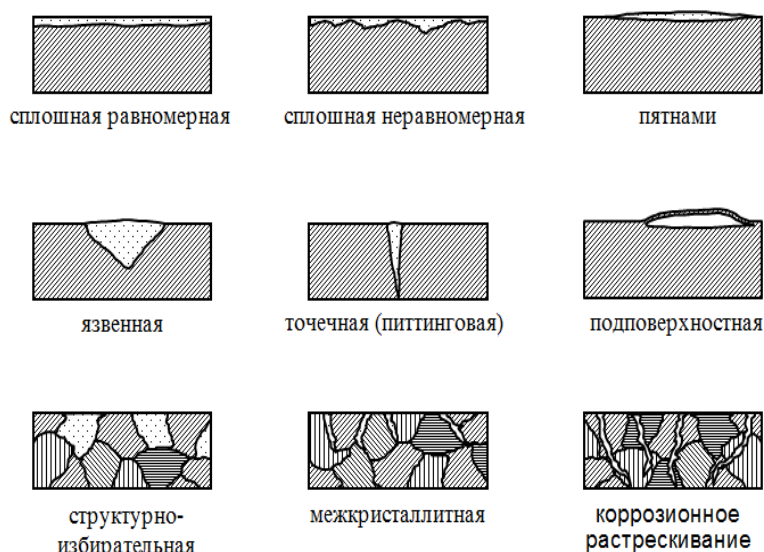


Рисунок 2 – Основные виды коррозионных процессов

Очевидно, что местная коррозия более опасна, чем сплошная, т.к. ведет к более быстрому локальному уменьшению толщины стенки трубопроводов.

В зависимости от вида коррозии ее скорость оценивают по-разному. Так, скорость сплошной равномерной коррозии определяют по потере металла за единицу времени с единицы поверхности. Скорость язвенной, точечной, межкристаллитной коррозии характеризуют увеличением глубины коррозионного повреждения в единицу времени. Показателем скорости структурно избирательной коррозии является изменение прочности металла (например, временного сопротивления) в единицу времени.

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.

2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.

3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / Шиян С.И. [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.

4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.

7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.

8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.

9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.

10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.

11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.

8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.

9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.

10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.

11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

**ПОЛУЧЕНИЕ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДВИГАТЕЛЯ ДАЗО4 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ
В КООРДИНАТАХ ОБОБЩЕННОГО ВЕКТОРА**

**OBTAINING THE STARTING CHARACTERISTICS
OF THE DAZO4 ENGINE USING THE MODEL
IN THE COORDINATES OF THE GENERALIZED VECTOR**

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

Белоусов Дмитрий Сергеевич

студент 2 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
d.s.belous@gmail.com

Аннотация. Электродвигатели ДАЗО4 предназначены для привода механизмов с тяжелыми условиями пуска, не требующих регулирования частоты вращения (насосы, вентиляторы, дымососы и др.), в том числе размещаемых на атомных электростанциях (АЭС). Соответственно моделирование пуска целесообразно проводить при номинальной нагрузке.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, обобщенный вектор, математическая модель.

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

Belousov Dmitry Sergeevich

Associate Professor of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
d.s.belous@gmail.com

Annotation. DAZO4 electric motors are designed to drive mechanisms with severe start-up conditions that do not require speed control (pumps, fans, smoke exhausters, et al.), including those located at nuclear power plants (NPP). Accordingly, it is expedient to simulate the start-up at the rated load.

Keywords: asynchronous motor, generalized vector, mathematical model.

В представленной модели при расчете параметров обмотки ротора вводится корректирующая функция $f(s)$ [1, 2], учитывающая эффект вытеснения, а использования системы координат обобщенного вектора [3, 4] позволяет упростить математическую модель, уменьшив количество используемых дифференциальных уравнений [5]. Она представлена на рисунке 1 [6, 7].

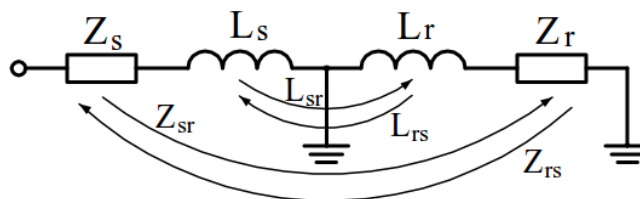


Рисунок 1 – Модель асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора

Здесь $Z_s = R_s + j\omega L_s$; $Z_r = R_r + j\omega L_r$; $Z_{sr} = j\omega M$; $Z_{rs} = j\omega M$.

Параметры L_s , L_r , M , R_s , R_r определяются из каталожных данных [8]. Для двигателя типа ДАЗО4-560У-4У1 имеются следующие паспортные данные:

$$P_H = 2000 \text{ кВт}; U_H = 6 \text{ кВ}; n_H = 1488 \text{ об/мин}; \cos\varphi_H = 0,94;$$

$$h_H = 0,963; K_H = 6,5; m_H = 1,3; mm = 2,4.$$

Расчетные параметры схемы двигателя в координатах обобщенного вектора в относительных единицах.

$$L_s = 0,016; L_{r1} = 0,0164; L_{r2} = 0,01645;$$

$$M = 0,01583; R_s = 0,0067; R_r = 0,006753.$$

На рисунке 2 показаны осциллограммы тока в фазе а, скорости вращения ротора и электромагнитного момента при моделировании пуска асинхронного двигателя ДАЗО4.

Исходя из полученных осциллограмм можно сделать вывод, что математическая модель асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора [9] корректно отражает электромеханические процессы в двигателе.

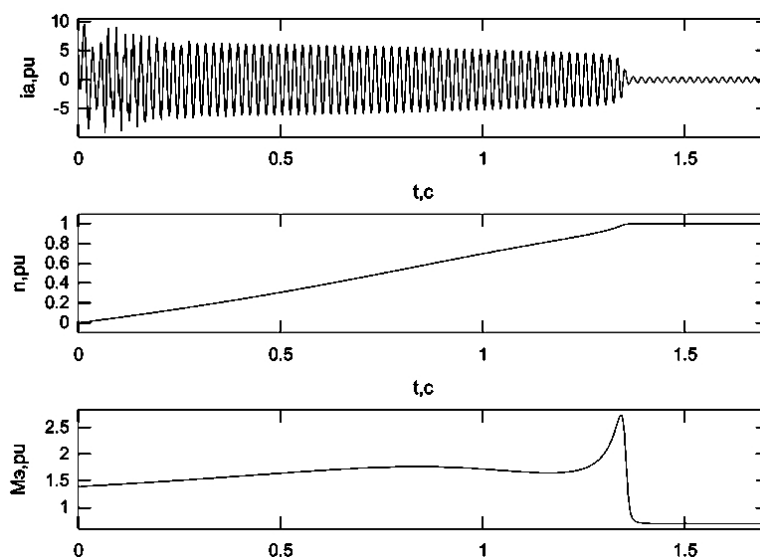


Рисунок 2 – Пусковые характеристики двигателя ДАЗО4

Литература:

1. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.
2. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов ХLI международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 166–170.
3. 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. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ» / Оформление ООО «Издательский Дом – Юг», 2020. – С. 82–86.
4. 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.
5. Моделирование короткого замыкания на зажимах асинхронного двигателя с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
6. 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.
7. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Перспективы применения математических моделей систем электроснабжения в координатах обобщенного вектора // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 324–327.
8. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Моделирование пуска двигателя серии 4азм при пониженном напряжении сети в координатах обобщенного вектора // Наука. Новое поколение. Успех. материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 320–323.

9. Математическая модель многофазного измерительного преобразователя в матричном виде / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 336–339.

Literature:

1. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Materials of the International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.

2. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical modeling of power transformers in coordinates of generalized vector // Cybernetics of power systems. Proceedings of XLI International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 166–170.

3. Vector modeling of three-phase electric circuits in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Collective of authors, FGBOU VO «KubGTU» / Editing LLC «Publishing House – South», 2020. – P. 82–86.

4. Analysis of current protections under current transformer overload / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2014. – № 1. – P. 84–95.

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

6. Study of operating parameters of automatic excitation controller of synchronous generator Marelli MJH800 mc6 power 4180 qua power plant own needs / A.A. Biryukova [et al.]. – 2019. – № 1. – P. 1–12.

7. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Prospects of application of mathematical models of power supply systems in coordinates of generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 324–327.

8. Korobeinikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I. Modeling of the start-up of a 4azm series motor at reduced voltage in the coordinates of the generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 320–323.

9. Mathematical model of multiphase measuring converter in matrix form / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Nauka. New generation. Success. materials of II International scientific-practical conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 336–339.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ
ПРИ ПУСКЕ ДВИГАТЕЛЯ ДАЗО4
В КООРДИНАТАХ ОБОБЩЕННОГО ВЕКТОРА**

**MODELING OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES
WHEN STARTING THE ENGINE DAZO4
IN THE COORDINATES OF THE GENERALIZED VECTOR**

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

Смаглиев Александр Михайлович

доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
smg2008@gmail.com

Аннотация. В настоящее время переходные электромагнитные процессы в асинхронных электродвигателях исследуются в основном экспериментально или путем математического моделирования. Предлагается использовать модель в координатах обобщенного вектора для исследования электромагнитных процессов при пуске двигателя ДАЗО4.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, обобщенный вектор, математическая модель.

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

Svagliev Alexander Mihaylovich

Associate Professor of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
smg2008@gmail.com

Annotation. At present, transient electromagnetic processes in asynchronous electric motors are studied mainly experimentally or by mathematical modeling. It is proposed to use the model in the coordinates of the generalized vector for the study of electromagnetic processes when starting the DAZO4 engine.

Keywords: asynchronous motor, generalized vector, mathematical model.

Математическая модель асинхронного двигателя в координатах обобщенного [1, 2] вектора представляет собой электрическую цепь, в которую входят комплексные сопротивления и индуктивности. Комплексные сопротивления отражают процессы при установившемся режиме [3], а индуктивности при переходном процессе [4, 5]. Также при расчете параметров обмотки ротора вводится корректирующая функция $f(s)$ [6, 7], учитывающая эффект вытеснения, а использования системы координат обобщенного вектора [8] позволяет упростить математическую модель, уменьшив количество используемых дифференциальных уравнений [9]. Она представлена на рисунке 1.

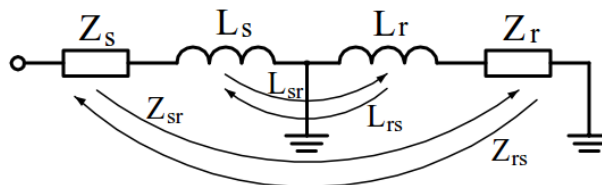


Рисунок 1 – Модель асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора

Здесь $Z_s = R_s + j\omega L_s$; $Z_r = R_r + j\omega L_r$; $Z_{sr} = j\omega M$; $Z_{rs} = j\omega M$.

Параметры L_s , L_r , M , R_s , R_r определяются из каталожных данных [5]. Для двигателя типа ДАЗО4-560У-4У1 имеются следующие паспортные данные:

$$P_H = 2000 \text{ кВт}; U_H = 6 \text{ кВ}; n_H = 1488 \text{ об/мин}; \cos\varphi_H = 0,94;$$

$$h_H = 0,963; K_H = 6,5; m_H = 1,3; m_m = 2,4.$$

Расчетные параметры схемы двигателя в координатах обобщенного вектора в относительных единицах.

$$L_s = 0,016; L_{r1} = 0,0164; L_{r2} = 0,01645; M = 0,01583;$$

$$R_s = 0,0067; R_r = 0,006753.$$

На рисунке 2 показаны осциллограммы действительной и мнимой составляющей тока в обмотке статора в координатах обобщенного вектора при начале пуска асинхронного двигателя ДАЗО4.

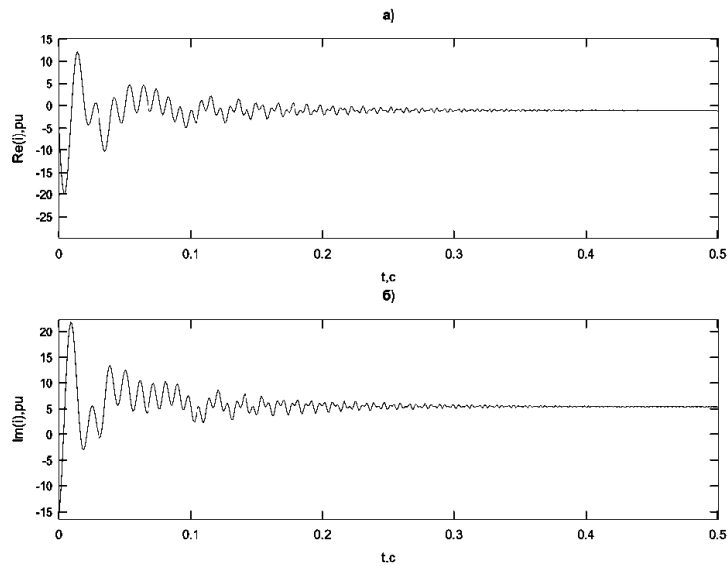


Рисунок 2 – Осциллограмма действительной (а) и мнимой (б) части тока статора при начале пуска двигателя ДАЗО4

Из полученной осциллограмм видно, что электромагнитный переходный процесс в двигателе ДАЗО4 затухает примерно за 0,3 секунды.

Литература:

1. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.
2. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов ХLI международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 166–170.
3. 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. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ» / Оформление ООО «Издательский Дом – Юг», 2020. – С. 82–86.
4. 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.
5. Моделирование короткого замыкания на зажимах асинхронного двигателя с глубокопазным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
6. Исследование параметров работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора Marelli MJH800 мсб мощностью 4180 ква электростанции собственных нужд / А.А. Бирюкова [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 1. – С. 1–12.
7. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Перспективы применения математических моделей систем электроснабжения в координатах обобщенного вектора // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 324–327.

8. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Моделирование пуска двигателя серии 4АЗМ при пониженном напряжении сети в координатах обобщенного вектора // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 320–323.

9. Математическая модель многофазного измерительного преобразователя в матричном виде / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 336–339.

Literature:

1. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Materials of the International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.

2. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical modeling of power transformers in coordinates of generalized vector // Cybernetics of power systems. Proceedings of XLI International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 166–170.

3. Vector modeling of three-phase electric circuits in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Collective of authors, FGBOU VO «KubGTU» / Editing LLC «Publishing House – South», 2020. – P. 82–86.

4. Analysis of current protections under current transformer overload / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2014. – № 1. – P. 84–95.

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

6. Study of operating parameters of automatic excitation controller of synchronous generator Marelli MJH800 mc6 power 4180 qua power plant own needs / A.A. Biryukova [et al.]. – 2019. – № 1. – P. 1–12.

7. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Prospects of application of mathematical models of power supply systems in coordinates of generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 324–327.

8. Korobeinikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I. Modeling of the start-up of a 4AZM series motor at reduced voltage in the coordinates of the generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 320–323.

9. Mathematical model of multiphase measuring converter in matrix form / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Nauka. New generation. Success. materials of II International scientific-practical conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 336–339.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБОБЩЕННОЙ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ДЛЯ ГРУППЫ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕРИИ 4АЗМ

DETERMINATION OF THE GENERALIZED CORRECTING FUNCTION FOR A GROUP OF ASYNCHRONOUS MOTORS OF THE 4АЗМ SERIES

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

Белоусов Дмитрий Сергеевич

студент 2 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий,
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
d.s.belous@gmail.com

Аннотация: Двигатели серии 4АЗМ являются глубокопазными и имеют двухконтурную схему замещения цепи ротора. Для упрощения расчетов ее предлагается приводить к одноконтурной схеме путем введения специальной корректирующей функции, которая может быть обобщенной для двигателей одной серии.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, глубокопазный ротор, математическая модель.

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

Belousov Dmitry Sergeevich

Associate Professor of the Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
d.s.belous@gmail.com

Annotation. Motors of the 4A3M series are deep-pitched and have a double-circuit equivalent circuit of the rotor circuit. To simplify the calculations, it is proposed to reduce it to a single-loop circuit by introducing a special correcting function, which can be generalized for motors of the same series.

Keywords: asynchronous motor, deep-bar rotor, mathematical model.

В ходе исследования корректирующей функции $f_K(s)$ [1, 2, 3] для различных глубокопазных асинхронных двигателей было выявлено, что эта функция является безразмерной и зависит от числа пар полюсов, а также от типа двигателей. Корректирующая функция представляет собой отношения эквивалентного сопротивления сложенных параллельно двух контуров ротора к сопротивлению ротора при заторможенном роторе.

Схема для глубокопазного асинхронного двигателя с эквивалентным ротором приведена на рисунке 1 [4, 5]. Обобщенная корректирующая функция получается путем усреднения значений этой функции для двигателей разной мощности на каждом шаге изменения скольжения [6, 7].

Для использования в расчетах обобщенную функцию удобно аппроксимировать в виде полинома. При этом, чем выше степень полинома, тем выше точность аппроксимации. Анализ функции показал, что при степени полинома [5] функция имеет достаточную точность [8, 9].

На рисунке 2 представлены корректирующие функции для двигателей серии 4A3M мощностью от 500 кВт до 6300 кВт, а также полученная обобщенная функция.

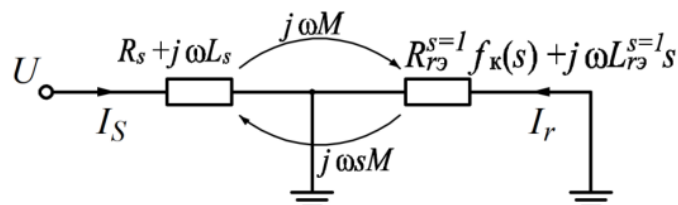


Рисунок 1 – Схема глубокопазного асинхронного двигателя с эквивалентным ротором в координатах обобщенного вектора

Функция искомого полинома следующая:

$$f_K(s) = -4,736554s^5 + 14,922692s^4 - 17,238123s^3 + 7,962612s^2 - 0,093608s + 0,223872.$$

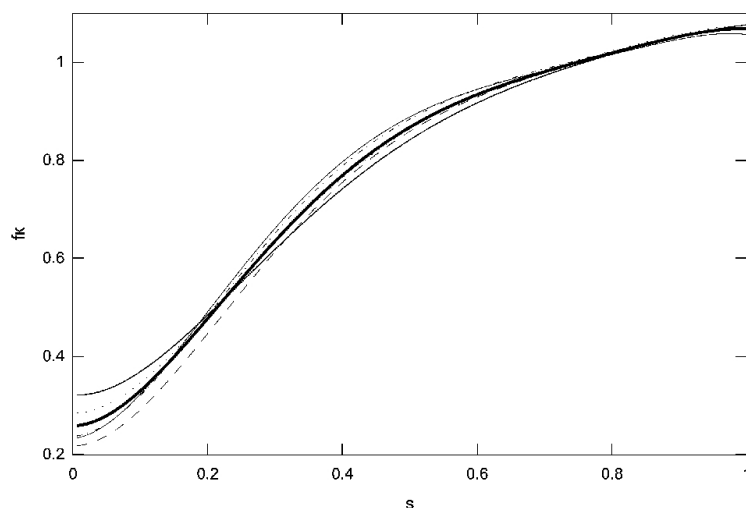


Рисунок 2 – Графики обобщенных функций для отдельных двигателей различной мощности и для серии 4А3М (утолщенная линия)

Литература:

1. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // *Материалы Международной научно-практической конференции*. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.
2. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // *Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов ХLI международной научно-технической конференции*. – 2020. – С. 166–170.
3. 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*. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ» / Оформление ООО «Издательский Дом – Юг», 2020. – С. 82–86.
4. 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.
5. Моделирование короткого замыкания на зажимах асинхронного двигателя с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // *Материалы Международной научно-практической конференции*. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
6. 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.
7. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Перспективы применения математических моделей систем электроснабжения в координатах обобщенного вектора // *Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции*: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 324–327.
8. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Моделирование пуска двигателя серии 4А3М при пониженном напряжении сети в координатах обобщенного вектора // *Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции*: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 320–323.

9. Математическая модель многофазного измерительного преобразователя в матричном виде / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 336–339.

Literature:

1. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Materials of the International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.

2. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical modeling of power transformers in coordinates of generalized vector // Cybernetics of power systems. Proceedings of XLI International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 166–170.

3. Vector modeling of three-phase electric circuits in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Collective of authors, FGBOU VO «KubGTU» / Editing LLC «Publishing House – South», 2020. – P. 82–86.

4. Analysis of current protections under current transformer overload / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2014. – № 1. – P. 84–95.

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

6. Study of operating parameters of automatic excitation controller of synchronous generator Marelli MJH800 mc6 power 4180 qua power plant own needs / A.A. Biryukova [et al.]. – 2019. – № 1. – P. 1–12.

7. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Prospects of application of mathematical models of power supply systems in coordinates of generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 324–327.

8. Korobeinikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I. Modeling of the start-up of a 4AZM series motor at reduced voltage in the coordinates of the generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 320–323.

9. Mathematical model of multiphase measuring converter in matrix form / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Nauka. New generation. Success. Materials of II International scientific-practical conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 336–339.

ВЕКТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ НЕФТЯНОГО НАСОСА

VECTOR MODELING OF ENGINE STARTING OIL PUMP

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. Особенностью работы асинхронных двигателей нефтяных насосов является то, что нагрузка на их валу непостоянна. Она является функцией скорости или скольжения. Таким образом, при моделировании необходимо учитывать помимо переменного сопротивления цепи ротора еще и переменный момент сопротивления.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, электропривод, математическая модель.

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. Motors of the 4A3M series are deep-pitched and have a double-circuit equivalent circuit of the rotor circuit. To simplify the calculations, it is proposed to reduce it to a single-loop circuit by introducing a special correcting function, which can be generalized for motors of the same series.

Keywords: asynchronous motor, deep-bar rotor, mathematical model.

Объектом исследования является асинхронный двигатель [1, 2] типа 2А3МВ-1-1250. Паспортные данные асинхронного двигателя:

$P_H = 1250$ кВт; $U_H = 6000$ В; $I_H = 137,4$ А; $n_H = 2980$ об/мин; $\eta_H = 96,3$ %;

$\cos\varphi_H = 0,89$; $K_n = 5,5$; $m_n = 1,3$; $m_{\max} = 2,1$; $J_{\text{рот}} = 22,5$ кгм².

Асинхронный двигатель является приводом центробежного насоса НМ-1250-260. Механическая характеристика центробежных насосов [3, 4] относительных единицах [5], приведена на рисунке 1. Принято, что коэффициент загрузки двигателя – 0,9. Маховый момент ротора, заполненного нефтью = 8,2 [6].

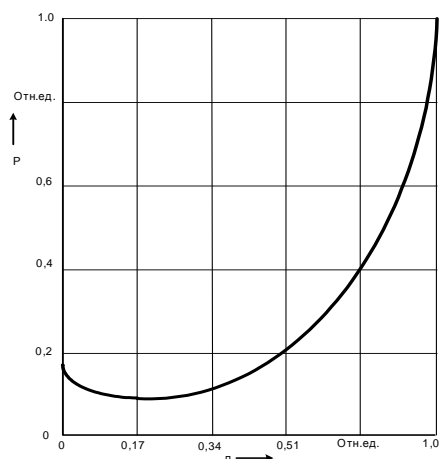


Рисунок 1 – Нагрузочная характеристика нефтяного магистрального насоса НМ

В представленной модели при расчете параметров обмотки ротора вводится корректирующая функция $f(s)$ [7], учитывающая эффект вытеснения, а использования системы координат обобщенного вектора [8] позволяет упростить математическую модель, уменьшив количество используемых дифференциальных уравнений [9].

На рисунке 2 показаны осциллограммы тока в фазе а, скорости вращения ротора и электромагнитного момента, полученные в результате моделирования пуска асинхронного двигателя с насосной нагрузкой.

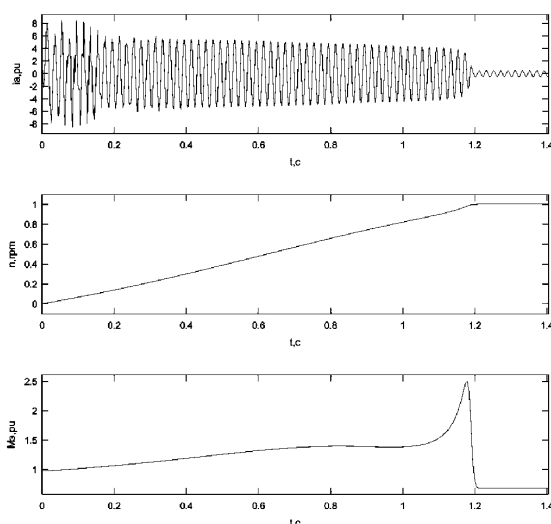


Рисунок 2 – Осциллограммы пуска привода центробежного насоса

Таким образом математическая модель асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора позволяет учесть и различные характеры нагрузки на валу двигателя.

Литература:

1. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.
2. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов ХLI международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 166–170.
3. 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. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ» / Оформление ООО «Издательский Дом – Юг», 2020. – С. 82–86.
4. 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.
5. Моделирование короткого замыкания на зажимах асинхронного двигателя с глубокопазным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
6. 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.
7. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Перспективы применения математических моделей систем электроснабжения в координатах обобщенного вектора // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 324–327.
8. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Моделирование пуска двигателя серии 4АЗМ при пониженном напряжении сети в координатах обобщенного вектора // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 320–323.
9. Математическая модель многофазного измерительного преобразователя в матричном виде / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 1. – С. 336–339.

Literature:

1. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Materials of the International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.
2. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical modeling of power transformers in coordinates of generalized vector // Cybernetics of power systems. Proceedings of XLI International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 166–170.
3. Vector modeling of three-phase electric circuits in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Science. New generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Collective of authors, FGBOU VO «KubGTU» / Editing LLC «Publishing House – South», 2020. – P. 82–86.

4. Analysis of current protections under current transformer overload / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polytheme journal «Scientific Proceedings of KubG-TU». – 2014. – № 1. – P. 84–95.
5. Modeling of short-circuit on clamps of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // Materials of the International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 73–77.
6. Study of operating parameters of automatic excitation controller of synchronous generator Marelli MJH800 mc6 power 4180 qua power plant own needs / A.A. Biryukova [et al.]. – 2019. – № 1. – P. 1–12.
7. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Prospects of application of mathematical models of power supply systems in coordinates of generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 324–327.
8. Korobeinikov B.A., Oppakhodjaev A.M., Sidorov D.I. Modeling of the start-up of a 4AZM series motor at reduced voltage in the coordinates of the generalized vector // Nauka. New generation. Success. Materials of II International Scientific and Practical Conference: in 2 vols. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 320–323.
9. Mathematical model of multiphase measuring converter in matrix form / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Nauka. New generation. Success. Materials of II International scientific-practical conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 1. – P. 336–339.

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ДЛЯ РВС

METHODS FOR DETERMINING THE RESIDUAL RESOURCE FOR RVS

Кошкош Виктор Дмитриевич

студент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
xd.p2012@yandex.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются методики определения остаточного ресурса для РВС.

Ключевые слова: прогнозирование остаточного ресурса, метод использования математических моделей, метод экспертных оценок.

Koshkosh Viktor Dmitrievich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
xd.p2012@yandex.ru

Tereshchenko Ivan Anatolievich

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. This article discusses methods for determining the residual resource for RVS.

Keywords: forecasting of residual life, method of using mathematical models, method of expert assessments.

В ыбор метода прогнозирования остаточного ресурса зависит от условий эксплуатации, характера преобладающего процесса деградации (изнашивания, коррозии, усталости, ползучести и др.), необходимой точности и достоверности прогноза, а также от технических возможностей реализации метода. В основе механизма выбора метода – требуемый объем диагностических мероприятий и достаточно надежная система экспертной оценки результатов. При невысоких требованиях к точности и достоверности применяются упрощенные методы. В случае необходимости гарантированных оценок используются уточненные методы, в том числе базирующиеся на теории надежности.

Существует два метода расчета остаточного ресурса оборудования: метод использования математических моделей и метод экспертных оценок. Данные методы могут применяться, как дифференцировано, так и вместе. При этом необходимо подчеркнуть, что при принятии решения о величине остаточного ресурса технического устройства (составных частей и агрегатов) и сроках дальнейшей безопасной эксплуатации основным методом является экспертный.

Математические методы определения остаточного ресурса могут использоваться при соблюдении всех требуемых условий (определяющие параметры технического состояния (ПТС) оборудования, по каким критериям определяется предельное состояние оборудования, постоянный или периодический контроль изменения значений ПТС). Разработаны математические и статистические методы определения остаточного ресурса при малоцикловых нагрузках, по измерениям контролируемого параметра, а также остаточный ресурс составных частей машин и другие. Все это делается путем применения стандартизированных методик.

Плюсом математических методов является отсутствие человеческого фактора при оценке остаточного ресурса. Если речь идет об образовании трещин и тому подобных дефектов (несплошностей), то остаточный ресурс в данном случае не представляется рассчитать с помощью математической модели, а его определение происходит с помощью метода экспертных оценок.

Сущность данного метода заключается в проведении экспертами интуитивно-логического анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой результатов. Получаемое в результате обработки обобщенное мнение экспертов принимается как решение проблемы.

Литература:

1. Паранук А.А., Мамий С.А., Хрисониди В.А. Газоперекачивающие агрегаты. – Яблоновский, 2019. – С. 112–114.
2. Паранук А.А., Мамий С.А. Эксплуатация насосных и компрессорных станций. – Яблоновский, 2019. – С. 83–86.
3. Поляков А.В., Приходько М.Г., Ханюченко Н.Д. Использование инновационного метода для изготовления, прототипирования и ремонта нефтегазопромыслового оборудования // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 2. – С. 162–166.
4. Обзор методов борьбы с коррозией / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 293–296.
5. Физические основы оптических методов контроля / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 80–83.
6. Оценка технического состояния узлов газоперекачивающих агрегатов как модель колебательной системы / А.А. Паранук [и др.] // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2015. – № 4 (43). – С. 88–90.

Literature:

1. Paranuk A.A., Mamii S.A., Khrononidi V.A. Gas pumping units. – Yablonovsky, 2019. – P. 112–114.
2. Paranuk A.A., Mamiy S.A. Operation of pumping and compressor stations. – Yablonovsky, 2019. – P. 83–86.

3. Polyakov A.V., Prikhodko M.G., Khanyuchenko N.D. Using an innovative method for manufacturing, prototyping and repair of oil and gas field equipment // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the II International Scientific–Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 2 – P. 162–166.
4. Review of methods to combat corrosion / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 293–296.
5. Physical bases of optical methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 80–83.
6. Estimation of the technical state of the gas-pumping units units units as a model of the oscillating system / A.A. Paranuk [et al.] // Exposition. Oil. Gas. 2015. – № 4 (43). – P. 88–90.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ НЕФТИ К ТРАНСПОРТУ

IMPROVING THE PROCESS OF PREPARING OIL FOR TRANSPORT

Кузнецова Арина Витальевна

студент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
a.v.kuznetsova98@yandex.ru

Приходько Марина Геннадьевна

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы и способы совершенствования процесса подготовки нефти к транспорту.

Ключевые слова: транспортировка нефти и углеводородов, расчет диаметра труб, конструкции транспорта.

Kuznetsova Arina Vitalievna

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Institute «Oil, Gas and Energy»,
Kuban State Technological University
a.v.kuznetsova98@yandex.ru

Prikhodko Marina Gennadyevna

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

Annotation. This article discusses methods and ways to improve the process of preparing oil for transport.

Keywords: transportation of oil and hydrocarbons, calculation of pipe diameter, transport design.

В области транспортировки нефти и нефтепродуктов, как и в любом производственном процессе на нефтяных предприятиях, имеет место совершенствование протекания процесса, которое достигается различными методами и способами.

Основные направления совершенствования процесса транспортировки нефти касаются конструктивных особенностей того или иного вида транспорта, стоимость транспортировки углеводородов, прокладки трубопровода, строительство автодорог и железнодорожных путей, предотвращение экологических катастроф, которые могут возникнуть в процессе транспортировки и много другое.

Одним из методов совершенствования процесса транспортировки нефти является качественное исполнение конструкций транспорта, который используется в этих це-

лях. Этот метод может осуществляться качественной проверкой составных частей машины или каких-либо элементов при поступлении их на нефтяное предприятие от поставщика. Данный метод позволяет снизить объемы утечек полезного ископаемого в процессе доставки, а также предотвратить экологическую катастрофу из-за аварии или кораблекрушения. А при использовании более дешевых материалов (но не менее безопасных) позволяет значительно снизить капитальные вложения (например, на некоторых участках нефтепровода имеется возможность применения пластиковых или алюминиевых труб).

Также совершенствование, для трубопроводного способа транспортировки, заключается в правильном расчете диаметра труб и мощности насосов на перекачивающих и контрольных пунктах. Такие расчеты делаются для исключения риска увеличения металлоемкости при прокладке трубопровода. Еще одним способом, который может значительно повысить эффективность и усовершенствовать транспортировку нефти заключается внедрение автоматизированных систем, которые сокращают количество обслуживающего персонала и времени, затрачиваемого работником на ту или иную производственную операцию. Также, к методам совершенствования процесса транспортировки нефти относятся: разработка конструкций транспортных средств (в том числе увеличение грузоподъемности), своевременное и качественное проведение ремонтно-профилактических работ, оптимизация маршрутов движения транспорта, повышение квалификации обслуживающего персонала, прокладка наиболее оптимальных и коротких маршрутов движения (при строительстве автодорог, железнодорожных путей и т.п.), организация мест хранения нефти на последних участках транспортировки с запасом, который может компенсировать неравномерность доставки и много другое.

Литература:

1. Паранук А.А., Мамий С.А., Хрисониди В.А. Газоперекачивающие агрегаты. – Яблоновский, 2019. – С. 112–114.
2. Паранук А.А., Мамий С.А. Эксплуатация насосных и компрессорных станций. – Яблоновский, 2019. – С. 83–86.
3. Поляков А.В., Приходько М.Г., Ханюченко Н.Д. Использование инновационного метода для изготовления, прототипирования и ремонта нефтегазопромыслового оборудования // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 2. – С. 162–166.
4. Обзор методов борьбы с коррозией / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 293–296.
5. Физические основы оптических методов контроля / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 80–83.
6. Оценка технического состояния узлов газоперекачивающих агрегатов как модель колебательной системы / А.А. Паранук [и др.] // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2015. – № 4 (43). – С. 88–90.

Literature:

1. Paranuk A.A., Mamiy S.A., Khrisonidi V.A. Gas pumping units. – Yablonovsky, 2019. – P. 112–114.
2. Paranuk A.A., Mamiy S.A. Operation of pumping and compressor stations. – Yablonovsky, 2019. – P. 83–86.

3. Polyakov A.V., Prikhodko M.G., Khanyuchenko N.D. Using an innovative method for manufacturing, prototyping and repair of oil and gas field equipment // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the II International Scientific–Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 2 – P. 162–166.
4. Review of methods to combat corrosion / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 293–296.
5. Physical bases of optical methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 80–83.
6. Estimation of the technical state of the gas-pumping units units units as a model of the oscillating system / A.A. Paranuk [et al.] // Exposition. Oil. Gas. 2015. – № 4 (43). – P. 88–90.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН И ДОБЫЧИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

PECULIARITIES OF GAS WELL DESIGN AND NATURAL GAS PRODUCTION

Кулаченко Елена Сергеевна

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
elenakulac@gmail.com

Шиян Станислав Иванович

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

Колесникова Юлия Евгеньевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
juli.kolesnikova2017@yandex.ru

Шаблий Илья Игоревич

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

Аннотация: В данной статье рассмотрены основные особенности конструкции газовых скважин и добычи природного газа. Рассмотрено оборудование забоя газовых скважин в зависимости от прочности пород и ряда других факторов. Приведена схема подземного оборудования газовой скважины.

Ключевые слова: газовые скважины, газоконденсаты, забойное давление, месторождение, газонасыщенный коллектор, гидратообразование, забой скважины.

Kulachenko Elena Sergeevna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
elenakulac@gmail.com

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kolesnikova Yulia Evgenievna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering »,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
juli.kolesnikova2017@yandex.ru

Shabliy Ilya Igorevich

Leading Specialist,
«Rosneft – Morskoy terminal Tuapse» LLC
ilyashabliy0209@gmail.com

Annotation. This article discusses the main features of the design of gas wells and natural gas production. The equipment of the bottom of gas wells depending on the strength of rocks and a number of other factors are considered. The scheme of underground equipment of a gas well is given.

Keywords: gas wells, gas condensates, bottomhole pressure, field, gas-saturated reservoir, hydrate formation, bottomhole.

Особенности конструкции и оборудования газовых скважин по сравнению с нефтяными скважинами обусловлены отличием свойств газа и нефти: плотности, вязкости, сжимаемости и др. Газовые и газоконденсатные месторождения залегают на больших глубинах. Извлечение газа из недр на поверхность производится только за счет использования пластовой энергии. Скорость течения газа в стволе может быть в 25 раз больше скорости течения нефти в скважине, отчего повышается опасность эрозии оборудования. Давление на устье газовой скважине всего на 5–10 % меньше забойного давления или пластового давления в остановленной скважине. В случае малейшей негерметичности обсадной колонны газ проникает в горные породы, что приводит к загазованности территорий, образованию грифонов. Газ некоторых месторождений содержит агрессивные компоненты (сероводород, углекислый газ и др.). Перечисленные особенности обуславливают более жесткие требования к прочности и герметичности газовых скважин.

Конструкция газовых скважин зависит от многих факторов. В капитальных вложениях на добычу газа на строительство скважин может приходиться 60–80 %. Скважины эксплуатируются в течение длительного времени в сложных условиях при давлениях до 100 МПа и температурах до 250. Поэтому обсадные трубы скважин цементируют на возможно большую высоту, при этом используют цемент, дающий газонепроницаемый камень. Герметичность колонн обсадных труб достигается применением резьбовых соединений с трапецеидальной формой поперечного сечения с тефлоновым уплотнением. При увеличении диаметра скважины (эксплуатационной колонны) уменьшается расход пластовой энергии, но возрастают капитальные вложения на строительство, и снижается надежность конструкции скважины.

Оборудование забоя газовых скважин зависит от механической прочности пород и ряда других факторов. Если газовая залежь представлена прочно сцементированными песками, известняками, доломитами, ангидритами, а в продуктивном разрезе отсутствуют нефте- и водонасыщенные горизонты, добывающие скважины могут иметь открытый забой. В этом случае эксплуатационную колонну спускают до кровли продуктивного пласта, в непроницаемом пропластке устанавливают башмак и цементируют колонну до устья. Для улучшения выноса песка и жидкостей с забоя в фильтровую часть спускают хвостовик.

Когда газонасыщенный коллектор представлен слабо сцементированными породами, открытый забой оборудуется сетчатыми или гравийными фильтрами. Минимальная скорость выноса жидких и твердых частиц с забоя скважины составляет 5–10 м/с. Когда коллектор представлен рыхлыми породами, призабойная зона укрепляется вяжущими веществами, а скважина и пласт сообщаются при помощи перфорации.

Схема подземного оборудования газовой скважины приведена на рисунке 1. Колонна НКТ опускается в скважину для предохранения обсадной колонны от абразивно-

го износа, высокого давления и выработки газонасыщенного пласта снизу вверх. Эксплуатационный пакер (разобщитель) 1 предназначен для постоянного разъединения пласта и трубного пространства скважины с целью защиты эксплуатационной колонны от воздействия высокого давления, высокой температуры и агрессивных компонентов добываемого газа.

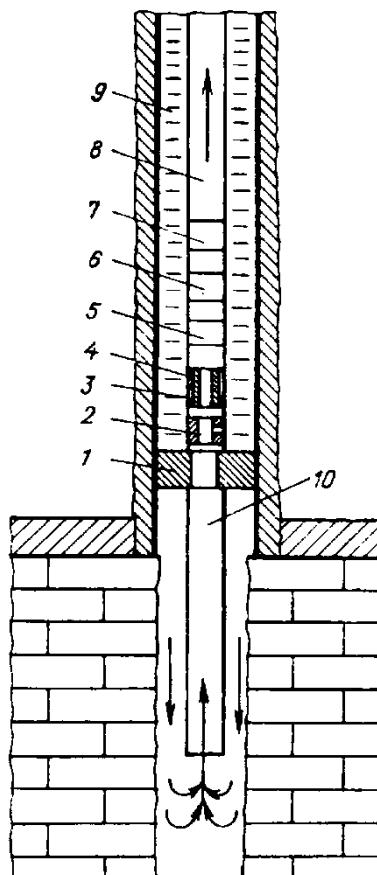


Рисунок 1 – Схема подземного оборудования газовой скважины:
 1 – эксплуатационный пакер; 2 – циркуляционный клапан; 3 – ниппель;
 4 – забойный клапан-отсекатель; 5 – разобщитель колонны НКТ;
 6 – ингибиторный клапан; 7 – аварийный срезной клапан; 8 – НКТ;
 9 – жидкий ингибитор коррозии и гидратообразования; 10 – хвостовик

Циркуляционный клапан 2 сообщает НКТ с затрубным пространством при промывке забоя, освоении скважины и других технологических операциях. Забойный клапан-отсекатель 3 предотвращает открытое фонтанирование при повреждении устьевого оборудования и является запорным устройством при демонтаже устьевого оборудования. Ингибиторный клапан 5 впускает в случае необходимости в НКТ ингибитор коррозии или ингибитор гидратообразования. Аварийный срезной клапан 6 предназначен для глушения скважины через затрубное пространство в аварийной ситуации.

Устье газовой скважины состоит из трёх частей: колонной головки, трубной головки и фонтанной ёлки. Колонная головка герметизирует межтрубное пространство и служит опорой трубной головки с фонтанной елкой. Трубная головка служит для подвески фонтанных труб и герметизации межтрубного пространства между эксплуатационной колонной и фонтанными трубами. На трубную головку устанавливают фонтанную елку крестовикового или тройникового типа. На елке монтируют штуцеры, термометры, установки для ввода ингибитора гидратообразования и коррозии, устьевого клапан-отсекатель.

Фонтанная арматура тройникового типа имеет большую высоту (до 5 м от поверхности) и применяется в сложных условиях эксплуатации: при наличии твердых взвесей и коррозионных агентов в потоке газа, при резких колебаниях давления и температуры добываемого газа. Фонтанная арматура выпускается на рабочее давление от 4 до 100 МПа. Внутренний диаметр арматуры (63 или 100 мм) выбирают в зависимости от дебита скважины и давления газа.

Для регулирования режима работы скважины на выкидных линиях после задвижек устанавливают штуцеры-насадки с диаметром отверстия от 2 до 20 мм. Чем меньше отверстие, тем большее сопротивление создает штуцер, на пути движения газа, тем выше будет забойное давление и тем меньше будет дебит скважины.

Борьба с гидратообразованием ведётся как по линии предупреждения образования, так и в направлении ликвидации уже образовавшихся гидратов. Лучшим ингибитором гидратообразования является метиловый спирт (метанол), который способен быстро разлагать гидратные пробки и смешиваться с водой в любых соотношениях.

В качестве оптимального технологического режима работы скважины выбирается один из следующих

- режим постоянного градиента давления в забое, при котором слабосцементированный коллектор не разрушается;
- режим постоянной депрессии на пласт, устанавливаемый с целью получения максимального дебита;
- режим постоянного забойного давления, принимаемого за основной критерий, когда его дальнейшее снижение приводит к выпадению в призабойной зоне конденсата;
- режим постоянного дебита при условии прорыва подошвенных вод и разрушения пласта;
- режим постоянной скорости фильтрации, назначаемой из условия недопущения выноса песка;
- безгидратный режим работы скважины;
- режим постоянного устьевого давления, выбираемого при необходимости обеспечения сбора, осушки, очистки газа и его перекачки до компрессорной станции.

В зависимости от выбранного определяющего фактора назначается один из перечисленных режимов для проекта разработки. Для контроля режима работы скважин применяют устьевые установки, обеспечивающие определение дебита скважины во время ее эксплуатации, определение дебита скважины во время ее эксплуатации, определение количества механических примесей в продукции и др.

Литература:

1. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.
2. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
3. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
4. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доразработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение.

Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.

5. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.

6. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.

7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.

8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.

9. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.

10. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.

11. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.

12. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

13. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

14. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.

15. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

16. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL: <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

Literature:

1. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.

2. Antonov E.N., Shiyan S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // *Bulatovskie Readings*. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.
3. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV₁₁₋₂ facility of the Samotlor field // *Science. Technique. Technologies*. – 2020. – № 2. – P. 55–72.
4. Shapkov E.N., Shiyan S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // *Science. New generation. Success*. In the collection: *Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War*. – 2020. – P. 222–235.
5. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
6. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
7. Shiyan S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. – 2020. – № 1. – P. 291–301.
8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // *Bulatov Readings*. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
9. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. – 2020. – № 4. – P. 57–75.
10. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
11. Brizhan V.V., Shiyan S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. 2020. – № 2. – P. 300–314.
12. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
13. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
14. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // *Science. New generation. Success*. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
15. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
16. Shiyan S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences. – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekhn>

ТИПЫ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

TYPES OF OIL REFINERIES

Кулинченко Дмитрий Эдуардович

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

Шиян Станислав Иванович

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

Тараник Роман Алексеевич

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

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды нефтеперерабатывающих заводов, их классификация, а также описание их производственных процессов. Проведен сравнительный анализ основных типов НПЗ.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающих заводы, гидроочистка, коксование, риформинг, переработка нефти.

Kulinchenko Dmitri Eduardovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
kulinchenko_d@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Taranik Roman Alekseevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ttaranik.roma@mail.ru

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

Annotation. This article discusses the main types of oil refineries, their classification, as well as a description of their production processes. A comparative analysis of the main types of refineries was carried out.

Keywords: oil refineries, hydrotreating, coking, reforming, oil refining.

В 2001 г. в мире работало 742 нефтеперерабатывающих завода общей мощностью более 4 млрд тонн нефти в год. Средняя мощность одного завода составляет 5,5 млн т в год.

На большинстве заводов отсутствуют необходимые вторичные процессы: изомеризация, алкилирование, гидрокрекинг и современные разновидности каталитического крекинга. До 70 % материалов, включая катализаторы и присадки к топливам и маслам, отечественная нефтеперерабатывающая отрасль импортирует. Задача ближайших лет заключается в том, чтобы поднять глубину переработки нефти с 55 до 90 % и выше, обеспечив при этом содержание серы в бензине 0,001 %.

Основные аппараты, в которых осуществляется превращение исходных реагентов в нефтепродукты, – это химические реакторы. Основные требования к реакторам следующие:

- создание наилучшего контакта между реагентами, а также между реагентами и катализаторами;
- обеспечение необходимого температурного режима;
- механическая прочность и стойкость к воздействию реакционной среды, удобство обслуживания и ремонта.

Наибольший интерес представляют реакторы для систем газ – твердое тело. К ним относятся каталитический крекинг, риформинг, гидроочистка, каталитическая полимеризация олефинов, контактное коксование. Для осуществления этих процессов используются реакторы со стационарным, псевдооживленным и движущимся слоями.

Наиболее простыми являются реакторы со стационарным слоем катализатора без теплообмена с внешней средой. Это полый или сферический аппарат с каталитической решеткой, на которую насыпан слой катализатора. Реагенты в виде газа поступают сверху, а продукты выводятся снизу.

В случае эндотермических реакций используются системы реакторов с промежуточным подогревом реакционной смеси. Например, в процессе риформинга углеводородного сырья используют три или четыре каталитических реактора. В трубчатой печи осуществляют подогрев как исходной реакционной смеси, попадающей в первый реактор, так и смеси на выходе из первого, второго и третьего реакторов.

Реакторы со стационарным слоем катализатора с теплообменом с внешней средой представляют собой многотрубчатые аппараты с размещением катализатора в трубках, а теплоносителя (хладоагента) в межтрубном пространстве. В зависимости от характера процесса применяют разнообразные теплоносители: воду, топочные газы, расплавы солей, органические теплоносители.

Химический реактор непосредственно связан с другими аппаратами: теплообменниками, конденсаторами, сепараторами, насосами, компрессорами и др. Такую систему называют реакционным узлом. Задача расчета реакционного узла сводится к выбору типа реактора и составлению материального и теплового баланса.

Ни один завод не может вырабатывать всю номенклатуру необходимых нефтепродуктов. Современные производства ориентируются на максимальную производительность, т.к. в этом случае они более экономичны. Одна из классификаций нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) включает пять типов:

- топливный с неглубокой переработкой нефти;
- топливный с глубокой переработкой нефти;
- топливно-нефтехимический с глубокой переработкой нефти и производством нефтехимической продукции;
- топливно-масляный;
- энергонефтехимический.

На заводах первых двух типов вырабатывают различные виды топлива. При неглубокой переработке из нефти получают до 35 % светлых нефтепродуктов. При глубокой переработке соотношение обратное. Это достигается применением вторичных методов переработки: каталитического крекинга; гидрокрекинга; коксования и др.

На заводах третьего типа помимо топлив вырабатываются нефтехимические продукты. В качестве сырья используют либо газы, либо бензиновые и керосинодизельные фракции первичной переработки нефти.

На заводах топливно-масляного типа наряду с топливами вырабатывают широкий ассортимент масел, парафины, битум и др.

Заводы энергонефтехимического типа строят возле ТЭЦ большой мощности. На таких заводах получают фракции светлых нефтепродуктов для нефтехимического производства, а образующийся мазут направляют на ТЭЦ в качестве топлива.

В словаре нефтепереработчиков существуют также другие термины: простая, сложная и очень сложная переработка. В основу этой классификации положен объем капиталовложений, необходимый для строительства крупных единиц оборудования.

Нефтеперерабатывающий завод, работающий по простой схеме, включает перегонку сырой нефти, гидроочистку дистиллятов и каталитический риформинг нефти. НПЗ, работающий по сложной схеме, кроме вышперечисленного, включает каталитическую крекинг-установку и установки алкилирования. НПЗ, работающий по очень сложной схеме, включает то же самое, что при сложной схеме, плюс установки по производству олефинов.

Литература:

1. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.

2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.

3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.

4. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.

5. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доразработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.

6. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
7. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
9. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
10. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
11. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.
12. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
13. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
14. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.
15. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
16. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.

Literature:

1. Shiyani S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 1. – P. 291–301.
2. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.
3. Antonov E.N., Shiyani S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.

4. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV11-2 facility of the Samotlor field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 2. – P. 55–72.
5. Shapkov E.N., Shiyan S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.
6. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
7. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
9. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV 4-5 formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
10. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
11. Brizhan V.V., Shiyan S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 300–314.
12. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
13. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
14. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
15. Shiyan S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia-Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences. – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
16. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.

**СОСТАВ И ПАРАМЕТРЫ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ,
НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
НЕФТИ И ГАЗА. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ПРИ РАБОТЕ С БУРОВЫМ РАСТВОРОМ**

**THE COMPOSITION AND PARAMETERS OF DRILLING FLUIDS
REQUIRED FOR THE DEVELOPMENT OF OIL AND GAS FIELDS.
ENVIRONMENTAL PROTECTION
WHEN WORKING WITH DRILLING MUD**

Кухарев Александр Сергеевич

магистрант
aleksandrmironov1998@gmail.com

Гиляев Гани Гайсинович

доктор технических наук, профессор
кафедры Нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский Государственный Технологический Университет
gggilaev@gmail.com

Аннотация. Буровые растворы играют важную роль в процессе разработки нефтяных и газовых скважин. Они имеют множество функций, таких как очистка трубного и затрубного пространства от шлама, смазка забойного участка скважины, контроль давления, стабильность ствола скважины и многие другие функции. Стоимость буровых растворов в общей стоимости проекта бурения может достигать 15 % бюджета. Контроль свойств буровых растворов является ключом к обеспечению эффективности разработки нефтегазовых месторождений.

Ключевые слова: буровые растворы, охрана окружающей среды, свойства промывочной жидкости, характеристика параметров, безопасная разработка месторождений нефти и газа.

Kuharev Alexandr Sergeevic

Master's Student,
aleksandrmironov1998@gmail.com

Gilaev Gani Gaysinovich

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of Oil and Gas Business
named after Professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
gggilaev@gmail.com

Annotation. Drilling fluids play an important role in the development of oil and gas wells. They have many functions, such as cleaning the pipe and annular space from sludge, lubrication of the downhole section of the well, pressure control, stability of the wellbore and many other functions. The cost of drilling fluids in the total cost of the drilling project can reach 15 % of the budget. Control of the properties of drilling fluids is the key to ensuring the efficiency of oil and gas field development.

Keywords: drilling fluids, environmental protection, properties of the washing liquid, characteristics of parameters, safe development of oil and gas fields.

Существует множество добавок, которые могут быть использованы в буровой промышленности для контроля свойств буровых растворов. Наиболее распространенные категории будут рассмотрены ниже.

Утяжеляющие материалы или добавки для контроля плотности используются в системе буровых растворов для увеличения веса бурового раствора до требуемого уровня, необходимого для безопасной эксплуатации. Существуют некоторые особенности утяжеляющих материалов, которые следует учитывать:

- химическая инертность;
- удельный вес;
- пластическая вязкость;
- легко заземляется до требуемого размера частиц;
- ограниченная абразивность;
- безопасность для элементов КНБК и бурового оборудования.

Учитывая упомянутые выше факторы, барит является наиболее рекомендуемым утяжелителем, используемым в буровой промышленности. Он имеет удельный вес 4,5, практически нерастворим в воде и не вступает в реакцию с другими компонентами шлама. Существуют несколько других утяжелителей, такие как карбонат кальция и аттапульгит.

Вискозификаторы

Этот тип добавок определяет уровень вязкости буровых растворов. Суспензионная способность бурового шлама и утяжеляющих материалов связана с вязкостью бурового раствора. Отсутствие соответствующей вязкости может привести к осаждению твердых частиц при прекращении циркуляции, а это, в свою очередь, приводит к зашламованности забоя скважины. Увеличивающиеся потери давления в циркуляционной системе могут быть прямым показателем повышенной вязкости. Глины могут быть использованы в качестве вискозификатора благодаря их свойству развивать пластичность, наиболее часто используемой глиной является бентонит.

Бентонит классифицируется как бентонит натрия или бентонит кальция в зависимости от доминирующего обменного катиона, а с точки зрения производительности он классифицируется как элемент с высоким и низким выходом. Бентонит можно добавлять в пресную воду по многим причинам, таким как:

- увеличение возможности очистки трубного и затрубного пространства;
- уменьшение просачивание воды через соединительные резьбы труб;
- формирование тонкой фильтрующей корки с низкой проницаемостью;
- минимизация потери циркуляции.

Аттапульгит – еще один вискозификатор, который также используется в буровых растворах благодаря своей способности сохранять превосходную вязкость и предел текучести при смешивании с соленой водой. На приостанавливающее свойство аттапульгита растворенная соль не влияет. На самом деле более высокая вязкость может быть получена в насыщенном растворе хлорида натрия. Аттапульгит не имеет контроля фильтрации, и это может быть положительной или отрицательной особенностью в зависимости от применения. Это может быть недостатком при бурении через пористые и проницаемые пласты, что может привести к высокой потере воды, но эта особенность может быть преимуществом при использовании аттапульгита в суспензиях с высокой фильтрацией для устранения потери циркуляции.

Органические полимеры выполняют множество функций, таких как уменьшение фильтрации, стабилизация сланцев, увеличение пропускной способности бурового шлама, а также могут использоваться в качестве вискозификаторов. Полимеры – это химические вещества, состоящие из множества подобных небольших единиц или групп атомов, называемых мономерами, состоящими в основном из соединений углерода. Органические полимеры обладают высоким уровнем синтеза с водой, что, в свою очередь, образует большой объем раствора, при низкой концентрации.

Органические полимеры, которые используются в буровых растворах, можно примерно классифицировать в соответствии с их происхождением и составом. Некоторые из них являются натуральными и готовыми к использованию после простой обработки, другие требуют более сложного процесса и могут быть полусинтетическими или синтетическими. Существует множество факторов, которые могут повлиять на выбор полимеров, например: влияние залегание пластов, температура, содержание солей, время использования полимера, простота приготовления, воздействие на окружающую среду и стоимость самого полимера.

Добавки для контроля фильтрации и выхода шлама

Эти добавки также можно назвать разбавляющими. Они добавляются в систему буровых растворов для снижения сопротивления потоку и образования излишнего шламообразования. Согласно опыту, было доказано, что некоторые из этих разбавителей выполняют другие важные функции в дополнение к улучшению текучести бурового раствора. Их можно использовать для контроля фильтрации, уменьшения толщины фильтровального осадка, противодействия воздействию соли, минимизации воздействия воды на пласт, эмульгирования нефти в воде и стабилизации свойств бурового раствора при повышенной температуре.

Соединения для контроля фильтрации являются добавками, используемыми для уменьшения количества жидкостей, которые могут поступать из буровых растворов в пласт из-за перепада гидростатического и пластового давления.

Потеря Циркуляции

Потеря циркуляции является одной из проблем бурения, которая может привести к осложнению скважины. Устранить потерю циркуляции можно путем уменьшения скорость потока, чтобы минимизировать эффект ECD при очень низких потерях скорости. Одним из методов борьбы с потерей бурового раствора является перекачка кольматационных материалов (LCM), которые могут быть использованы для закупоривания области поглощения.

Наиболее распространенный LCM может быть классифицирован как слоистый (например, стружка дерева), гранулированный (например, скорлупа орехов и карбонат кальция) или волокнистый (например, кожа); в зависимости от размера их можно классифицировать как мелкий, средний и грубый LCM. Кольматант можно закачивать в скважину в синтезе бурового раствора с уменьшенным расходом, чтобы минимизировать потери бурового раствора до воздействия LCM в зону поглощения.

Поверхностно-активные вещества

Поверхностно-активное вещество, это то, может создавать границу раздела между двумя неоднородными фазами и уменьшать поверхностное натяжение между ними. Поверхностно-активное вещество можно определить как органическое соединение, молекулярная структура которого состоит из двух неоднородных групп, имеющих противоположные тенденции к растворимости.

Поверхностно-активные вещества используются в системах буровых растворов по многим причинам. Их можно использовать в качестве эмульгаторов в буровом растворе на масляной основе. Для растворов на водной основе поверхностно-активные вещества могут использоваться во многих областях применения, таких как: ингибиторы набухания сланца, предотвращение образования сальников, а так же, как ингибиторы коррозии.

Добавки для контроля РН

Уровень РН влияет на свойства буровых растворов, создавая кислотную и щелочную среду. Контроль РН так же необходим для предотвращения коррозии. Желательный уровень РН в буровых растворах находится в диапазоне от 7 до 9,5. NaOH и KOH являются добавками, которые могут быть частью системы бурения для контроля щелочности и РН.

Охрана окружающей среды при работе с буровым раствором

Все технологические процессы бурения нефтегазовых скважин при соответствующих условиях нарушают природную экологическую безопасность. Нефть, ее соединения, нефтяной и буровой шлам, сточные воды, содержащие химические соединения, оказывают опасные воздействия на воздушную среду, воду, почву, флору, фауну и человека. Эти компоненты загрязнения окружающей среды в больших количествах проникают в водоемы, почву с буровыми стоками, при флюидопроявлениях на устье. Объем сточных вод при бурении изменяется от 25 до 40 м³/сут. Для предотвращения негативного влияния буровых растворов на экологическую систему необходимо контролировать свойства бурового раствора. Для исключения попадания отходов бурения за пределы территории буровой площади следует предусматривать инженерную систему, организованного сбора и хранения отходов, включающую:

- 1) строительство нагорной поверхности, окружающей буровую площадку от попадания на нее силового, поверхностного стока, а также заполнения паводковыми водами;
- 2) формирование путем соответствующей планировки технологических площадок, их гидроизоляцию и устройство трубопроводов и лотков для отвода стоков в места их сбора;
- 3) оборудование буровой замкнутой оборотной системы водоснабжения;
- 4) обустройство буровой системы сбора и хранения отходов бурения.

Различные виды производственных и технологических отходов, образовавшиеся в процессе строительства скважины, существенно отличающихся как по консистенции, так и по физико-химическим свойствам. Поэтому с целью обработки отходов, в проекте следует предусмотреть их сбор и хранение, путем сооружения на территории буровой площадки амбаров двух видов:

1. Для сбора буровых сточных вод и их отстоя после очистки.
2. Для сбора бурового шлама и отработанной промывочной жидкости.

Отходы и содержимое всех амбаров и емкостей вывозят на специальные места, для их утилизации, обработки и захоронения. Буровую площадку рекультивируют, а устье обрабатывают по существующему регламенту об экологической охране.

Однако при строгом соблюдении правил техники безопасности при технологии строительства отрицательное воздействие снижается до минимума. Необходимо иметь продуманную циркуляционную систему с многоступенчатым механизмом очистки закрытого типа, то есть без использования шламовых амбаров. Буровой раствор непрерывно очищается, поступая в процессе бурения в скважину, тем самым исключается его вредное воздействие на почву.

Вывод: для того, чтобы оптимизировать оборудование очистки, при использовании бурового раствора на углеводородной основе, предлагаю использовать установку по осушению шлама Verti-G. Влажный буровой шлам поступает в верхнюю часть центрифуги, происходит осушение и буровой шлам выходит через нижнюю часть центрифуги. Отсепарированный буровой раствор выходит через боковые отверстия. Затем насыщенный шлам вывозится на битумные заводы, для дальнейшего использования в хозяйственных целях, тем самым отпадает надобность в захоронении токсичных отходов.

Литература:

1. Гилаев Г.Г. Повышение эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов на сложно построенных нефтегазовых месторождениях. – Краснодар, 2003.
2. Гилаев Г.Г., Хабибуллин М.Я., Гилаев Г.Г. Перспективы применения кислотного геля для закачки проппанта в процессе проведения гидроразрыва карбонатных пластов на территории самарской области, Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 8. – С. 54–57.

3. Гилаев Г.Г., Хасметов Т.В. Бериштейн А.М., Заворотный В.Л. Применение термостойких жидкостей глушения на основе нефтяных эмульсий // Нефтяное хозяйство, 2009. – С. 64–67.
4. Нефтяные залежи в карбонатных отложениях фаменского яруса самарской области: история открытия и перспективы поиска / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2013. – С. 38–40.
5. Антониади Д.Г., Гилаев Г.Г., Джалалов К.Э. Проблемы разработки залежи высоковязкой нефти северо-комсомольского месторождения // Передовые нефтегазовые технологии. – 2003. – С. 38–41.
6. Техника и технология добычи нефти и газа ОАО «Самара нефтегаз» / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
7. Толковый словарь по термическим методам воздействия на нефтяные пласты / Д.Г. Антониади [и др.]. – Краснодар, 2002.
8. Близников В.Ю., Гилаев Г.Г., Еганьянц Р.Т. Обоснование условий расчета и выбора прочностных характеристик эксплуатационных колонн сладковско-морозовской группы месторождений // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 31–38.
9. Вопросы эксплуатации пескопроявляющих пластов. Влияние пластового давления на вынос песка из коллектора при эксплуатации добывающих скважин / В.Ю. Близников [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2010. – С. 22–24.
10. Повышение эффективности использование химических реагентов в ОАО «НК Роснефть» / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2012. – С. 22–24.
11. Близнюков В.Ю., Гилаев Г.Г. Анализ нарушений эксплуатационных колонн при разборке песко-проявляющих продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми давлениями // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 50–54.
12. Гилаев Г.Г. Развитие теории и практики добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов на сложно построенных месторождениях // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Тюмень, 2004.
13. Гидравлический разрыв пласта как инструмент разработки месторождений Самарской области / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2014. – С. 65–69.
14. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.
15. Гилаев Г.Г., Гончарова Л.С., Исупов В.С. Диагностирование глубиннонасосных скважин динамометрированием. – Ижевск, 2008.
16. Выбор бурового раствора для резки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и нефть. – 2002. – С. 46–48.
17. Пескопроявление в добывающих скважинах и нарушение обсадных колонн. Оценка закономерностей распределения пластовых поровых давлений по разрезу скважин сладковско-морозовской группы месторождений / В.Ю. Близников [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 17–22.
18. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП для разработки низкопроницаемых пластов Приобского месторождения / Г.Г. Гилаев [и др.] // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». – 2012. – С. 22–26.
19. Разработка нефтяных месторождений Самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
20. Устройство для закачки жидкости / Г.Г. Гилаев [и др.] // Патент на изобретение. 10.12.2004. Заявка от 13.02.2004.

21. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.
22. Станок-качалка / К.Р. Уразаков [и др.].
23. Тампонажный раствор «НЦР Химико-ВММ» / Т.В. Хисметов [и др.].
24. Методические основы планирования и управлением ремонта скважин / Д.Г. Антониади [и др.].
25. Кошелев А.Т. Гилаев Г.Г., Ефименко Б.В. Универсальный газовый якорь.
26. Опыт проведения сейсморазведочный работ МОГТ–3Д по методике Slip-Sweep / Г.Г. Гилаев [и др.].
27. Бурштейн М.А., Гилаев Г.Г., Кошелев А.Т. Анализ динамики и причины пескований горизонтальных скважин пласта А₄₋₈ Федоровского месторождения.

Literature:

1. Gilayev G.G. Increasing the efficiency of development of hard-to-recover reserves in hard-built oil and gas fields. – Krasnodar, 2003.
2. Gilaev G.G., Khabibullin M.Ya., Gilaev G.G. Prospects of application of acid gel for proppant injection during hydraulic fracturing of carbonate formations in Samara region, Neftyanoye ekonomika. – 2020. – № 8. – P. 54–57.
3. G.G. Gilaev, T.V. Khasmetov, A.M. Berishtein, V.L. Zavorotny. Application of heat-resistant killing liquids based on oil emulsions // Oil Industry, 2009. – P. 64–67.
4. Oil deposits in the carbonate sediments of Famensky stage of Samara region: history of discovery and prospecting / G.G. Gilaev [et al.] // Neftyanoye ekonomika, 2013. – P. 38–40.
5. Antoniadis D.G., Gilaev G.G., Jalalov K.E. Problems of development of high-viscosity oil deposit of North-Komsomolskoye field // Advanced oil and gas technologies. – 2003. – P. 38–41.
6. Technique and technology of oil and gas production of Samara Neftgaz / G.G. Gilaev [et al.]. – Samara, 2014.
7. Glossary of thermal methods of impact on oil reservoirs / D.G. Antoniadis [et al.]. – Krasnodar, 2002.
8. Bliznikov V.Y., Gilaev G.G., Yeganyants R.T. Substantiation of calculation conditions and selection of strength characteristics of production strings of Sladkovsko-Morozovskaya group of fields // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 31–38.
9. Issues of Exploitation of Sand Producing Formations. Influence of reservoir pressure on the sand outflow from the reservoir during operation of producing wells / V.Y. Bliznikov [et al.] // Engineer neftyanik. – 2010. – P. 22–24.
10. Increasing the effectiveness of chemical reagents in JSC «Oil Company Rosneft» / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2012. – P. 22–24.
11. Bliznyukov V.Y., Gilaev G.G. Analysis of violations of production strings during disassembly of sand-producing formations with abnormally high reservoir pressures // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 50–54.
12. Gilaev G.G. Development of theory and practice of hard-to-recover hydrocarbon reserves extraction at the difficultly constructed fields // Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. – Tyumen, 2004.
13. Hydraulic fracturing as a tool for field development in the Samara region / G.G. Gilaev [et al.] // Oil Economy, 2014. – P. 65–69.
14. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies of water shut-off during construction and operation of wells. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
15. Gilaev G.G., Goncharova L.S., Isupov V.S. Diagnosing of Depth-Pressure Wells by Dynamometer. – Izhevsk, 2008.

16. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and oil. – 2002. – P. 46–48.
17. Sanding in producing wells and violation of the casing. Assessment of patterns of reservoir pore pressure distribution along the section of wells of Sladkovsko-Morozovskaya group of fields / V.Yu. Bliznikov [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 17–22.
18. Application of horizontal wells with multiple fracturing for development of low-permeability reservoirs of Priobskoye field / G.G. Gilaev [et al.] // Scientific and Technical Bulletin of OJSC «NK Rosneft». – 2012. – P. 22–26.
19. Development of oil fields in the Samara region: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.]. – Samara, 2014.
20. Device for fluid injection / G.G. Gilaev [et al.] // Patent for invention. 10.12.2004. Application from 13.02.2004.
21. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment// Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.
22. Rocking machine / K.R.Urazakov [et al.].
23. Pumping mortar «NCR Khimiko-VMM» / T.V. Khismetov [et al.].
24. Methodological Bases of Well Repair Planning and Management / D.G. Antoniadi [et al.].
25. Koshelev A.T. Gilaev G.G., Efimenko B.V. Universal gas anchor.
26. Experience of MOGT-3D seismic survey by Slip-Sweep technique / G.G. Gilaev [et al.].
27. Burshtein M.A., G.G. Gilaev, Koshelev A.T. Analysis of dynamics and reasons of sanding of horizontal wells of formation A₄₋₈ of Fedorovskoe field.

**ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИН
С ЛОКАЛЬНЫМ КРЕПЛЕНИЕМ СТВОЛА В ЗОНАХ
ОСЛОЖНЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ПРИОБСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СКВАЖИНЫ А-60**

**THE TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION OF VERTICAL WELLS
WITH LOCAL TRUNK ATTACHMENT IN THE AREAS
OF COMPLICATIONS ON THE EXAMPLE
OF THE PRIOBSKOYE FIELD, WELL A-60**

Кухарев Александр Сергеевич

магистрант
aleksandrmironov1998@gmail.com

Гиляев Гани Гайсинович

доктор технических наук, профессор
кафедры Нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский Государственный Технологический Университет
gggilaev@gmail.com

Аннотация. Приобское месторождение является литологически сложным местом, в котором сложены различные слои породы. Поэтому в данном нефтяном месторождении по всей длине скважины могут возникать различные осложнения, такие как: поглощение бурового раствора, осыпи и обвалы стенок скважины, прихваты и прочие возможные осложнения. Столкнувшись с данными проблемами, зачастую используют оборудование для локального крепления скважин.

Ключевые слова: эксплуатация скважин, предупреждение и ликвидация осложнений, вертикальное крепление ствола скважины, передовое оборудование.

Kuharev Alexandr Sergeevic

Master's Student,
aleksandrmironov1998@gmail.com

Gilaev Gani Gaysinovich

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department of Oil and Gas Business
named after Professor G.T. Vartumyan,
Kuban State Technological University
gggilaev@gmail.com

Annotation. The Priobskoye deposit is a lithologically complex place in which various layers of rock are stacked. Therefore, in this oil field, various complications may occur along the entire length of the well, such as: absorption of drilling mud, scree and collapses of the walls of the well, tacks and other possible complications. Faced with these problems, they often use equipment for local fastening of wells.

Keywords: well operation, prevention and elimination of complications, vertical fastening of the borehole, advanced equipment.

ОО «Перекрыватель» является единственным производителем оборудования для локального крепления скважин (ОЛКС), которое применяется для изоляции зон осложнений при бурении скважин. Его применение позволяет упростить конструкцию скважины, снизить материальные затраты на ликвидацию осложнений, а в некоторых случаях не допустить неизбежной ликвидации скважин.

Так, на скважине А-60 Приобского нефтяного месторождения, на глубине 2975 м при бурении была вскрыта зона с полным поглощением бурового раствора. Так как на глубине 0–610 расположена Тавдинская свита, которая состоит, по отчетам геологов, из переслаивающихся песчаников и алевролитов с маломощными прослоями глин.

Поглощение зачастую происходит под влиянием депрессии, то есть, когда гидростатическое давление столба бурового раствора больше пластового. Применение спец. растворов и наполнителей, которые предотвращают проникновение флюида в поры пласта, не дало положительных результатов. Следующим шагом является закачка тампонажных материалов, которые получены на основе неорганических вяжущих материалов (цемента, гипса, и т.д.), но они так же не смогли ликвидировать осложнение в скважине.

Для решения данной проблемы был предпринят метод спуска потайных колонн или установка стальных профильных труб (профильных перекрывателей).

При спуске данных колонн, зону осложнения перекрывают обсадной колонной длиной 300–400 м. При спуске соединения труб между собой осуществляют, как правило, без муфт. Это вызвано необходимостью спуска обсадных труб диаметром 20–50 мм меньше диаметра скважины. Этот метод оправдан в тех случаях, где после ее спуска бурение скважины будет непродолжительным и породы в месте ее установки устойчивы. Вся экономика строительства скважины увеличивается на 40–60 % и является невыгодной. Поэтому метод спуска потайных колонн был бы не таким эффективным в нашем случае, как метод с профильными перекрывателями.

Так, по результатам геофизических исследований (кавернометрия и радиоактивный каротаж) был определен интервал расширения ствола для последующей установки в нем ОЛКС.

Собрали компоновку низа бурильной колонны, в которую входят:

- развальцеватель РШ-200;
- расширитель РРУ-216/245;
- винтовой двигатель Д-160;
- УБТ-219 – 1 труба;
- бурильные трубы диаметром 196 мм.

БС расширили с диаметра 216 мм до 245 мм в интервале 235–618 м. Расширение ствола производили при режиме работы: нагрузке на расширитель до 7 кН и давлении 12,5 МПа. Средняя скорость расширения бокового ствола скважины составила 5,9 м/час.

Спуск перекрывателя ОЛКС-245 длиной 26 м в компоновке с клапаном и репером в расширенный интервал 235–618 м прошел без осложнений. После отбивки репера геофизическим методом, уточнили место нахождения перекрывателя, установили его в западный интервал и создали в нем внутреннее давление 18 МПа, за счет которого перекрыватель увеличился в диаметре и прочно закрепился в расширенном стволе скважины.

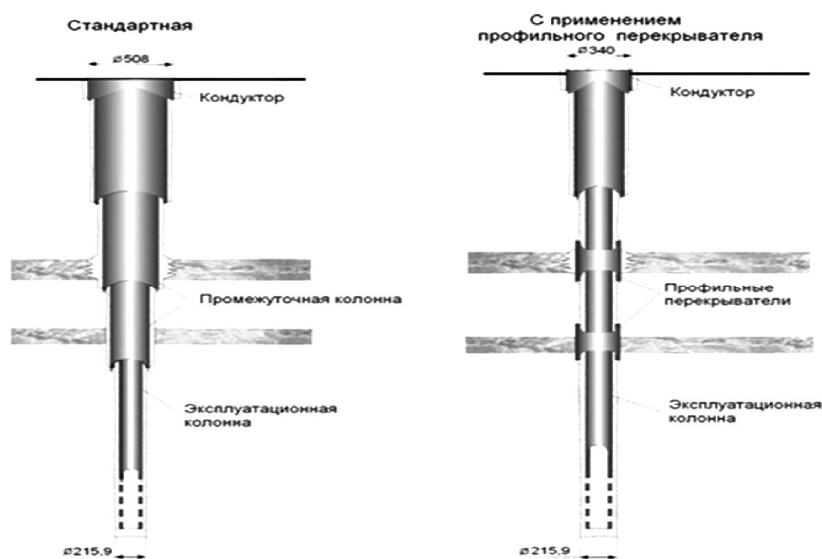
После отсоединения бурильной колонны от перекрывателя, по переводнику с левой резьбой, и ее подъема из скважины собрали компоновку развальцевателей (диаметрами 196, 216 и 245 мм) и спустили ее до глубины 235 м.

Произвели развальцовку перекрывателя при следующем режиме работы развальцевателей: частое вращение ротора $1с^{-1}$, нагрузке от 12 до 40 кН, средней скорости вальцовки 4,1 м/час. После данных действий проблема была устранена, что подтвердила циркуляция промывочной жидкости, которая после развальцовки перекрывателя составила 100 %.

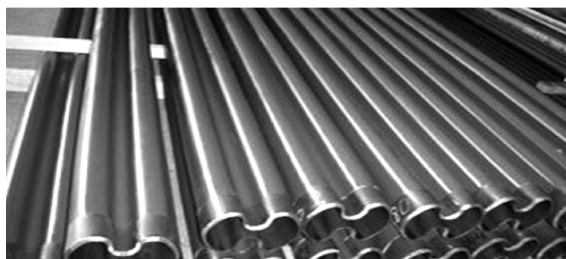
Дальнейшее бурение бокового ствола ниже перекрывателя осуществлялось без осложнений.

Таким образом, оборудование для локального крепления скважин являлось самым эффективным и экономически выгодным методом.

Общий принцип действия технологии заключается в том, что обсадные трубы диаметром, большим диаметра скважины, профилируют по всей длине и уменьшают в поперечном сечении на величину, позволяющую свободно спустить их в скважину, а интервал осложнения увеличивают в диаметре раздвижным расширителем до диаметра исходных (не профилированных) обсадных труб. После спуска на бурильных трубах профильной «летучки» в скважину, за счет давления, создаваемого закачиваемым буровым раствором и развальцевателя, профильные трубы выправляют до исходных размеров и плотно прижимают к стенке расширенного участка скважины. Технология строительства скважины.



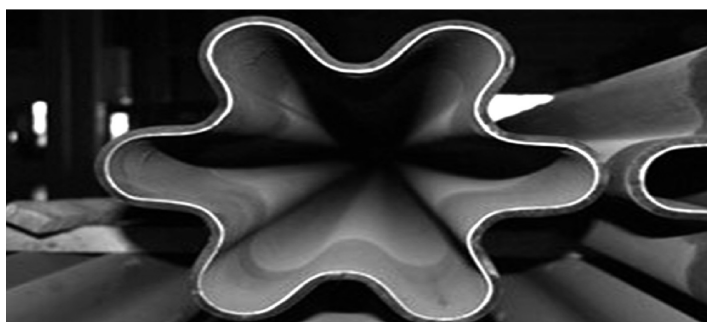
Основным элементом, определяющим эффективность работы ОЛКС, является профильная (продольно-гофрированная) труба. Производитель освоил производство двух форм сечения профильных труб: шестилучевой и двухканальной. Наибольшее распространение получили двухканальные трубы, т.к. для их раздачи требуется создавать избыточное давление ниже, чем для шестилучевых. Кроме того, достигается наибольшее сцепление с обсадной колонной или породой, если после раздачи не производится развальцовка трубы.



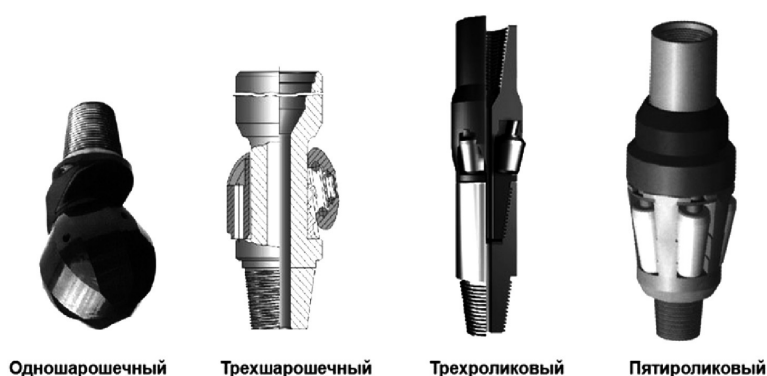
Труба двухканальная

Шестилучевая форма сечения трубы применяется в случаях, если требуемый диаметр описанной окружности не позволяет уложить периметр трубы в двухканальную форму сечения или внутри профильной трубы необходимо поместить какое-либо

оборудование. Кроме того, шестилучевая форма трубы позволяет получить более надежную герметичность соединения между профильной трубой и обсадной колонной или породой, если профильная труба не подвергается развальцовке.



Труба шестилучевая



Одношарошечный

Трехшарошечный

Трехроликковый

Пятироликковый

Типы «развальцевателей» для профильных труб

Учитывая, что профильная труба должна в процессе установки превратиться в цилиндрическую, определенного диаметра и выдержать при этом внутреннее давление не менее 17 МПа, к технологии ее изготовления предъявляются особые требования. Известны различные способы получения продольно-гофрированных труб.

Первый способ. Профилирование производится в специальных вальках трубопрокатных станков. Данный способ возможно применить непосредственно при изготовлении трубы. Достоинством такого метода являются высокая производительность и, как следствие, низкая себестоимость. Недостатком является сложность получения перехода профильной части в цилиндрическую. Кроме того, при малых объемах производства данный способ теряет свою эффективность.

Второй способ. Профилирование производится методом протягивания трубы через профильную фильеру. Он хорошо отработан, не требует специального оборудования и технологии, но при данном способе впадины профиля не могут входить в тело трубы глубже, чем диаметр цилиндрической части. Это неприемлемо для изготовления ОЛКС.

Выводы:

1. В представленной статье было представлено оборудование, позволяющее достигать наибольшее сцепление с обсадной колонной или породой, как без применения развальцовки труб, так и с их использованием. Данные трубы позволяют получить более надежную герметичность соединения между профильной трубой или обсадной колонной и породой.

2. Использование данного оборудования рекомендовано для использования на Приобском месторождении, для того чтобы обеспечить более качественное и надежное крепление в скважине и, следовательно, экономическую выгоду.

Литература:

1. Гилаев Г.Г. Повышение эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов на сложнопостроенных нефтегазовых месторождениях. – Краснодар : Издательство «Советская Кубань», 2003.
2. Гилаев Г.Г., Хабибуллин М.Я. Перспективы применения кислотного геля для закачки проппанта в процессе проведения гидроразрыва карбонатных пластов на территории Самарской области // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 8. – С. 54–57.
3. Применение термостойких жидкостей глушения на основе нефтяных эмульсий / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 8. – С. 64–67.
4. Нефтяные залежи в карбонатных отложениях фаменского яруса Самарской области: история открытия и перспективы поиска / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2013. – № 10. – С. 38–40.
5. Антониади Д.Г., Гилаев Г.Г., Джалалов К.Э. Проблемы разработки залежи высоковязкой нефти северо-комсомольского месторождения // Передовые нефтегазовые технологии. – 2003. – С. 38–41.
6. Техника и технология добычи нефти и газа ОАО «Самара нефтегаз» / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
7. Толковый словарь по термическим методам воздействия на нефтяные пласты / Д.Г. Антониади [и др.]. – Краснодар, 2002.
8. Близников В.Ю., Гилаев Г.Г., Еганьянц Р.Т. Обоснование условий расчета и выбора прочностных характеристик эксплуатационных колонн сладковско-морозовской группы месторождений // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 31–38.
9. Вопросы эксплуатации пескопроявляющих пластов. Влияние пластового давления на вынос песка из коллектора при эксплуатации добывающих скважин / В.Ю. Близников [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2010. – С. 22–24.
10. Повышение эффективности использования химических реагентов в ОАО «НК Роснефть» / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2012. – С. 22–24.
11. Близнюков В.Ю., Гилаев Г.Г. Анализ нарушений эксплуатационных колонн при разборке песко-проявляющих продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми давлениями // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 50–54.
12. Гилаев Г.Г. Развитие теории и практики добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов на сложно построенных месторождениях // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Тюмень, 2004.
13. Гидравлический разрыв пласта как инструмент разработки месторождений Самарской области / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2014. – С. 65–69.
14. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.
15. Гилаев Г.Г., Гончарова Л.С., Исупов В.С. Диагностирование глубиннонасосных скважин динамометрированием. – Ижевск, 2008.
16. Выбор бурового раствора для резки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и нефть. – 2002. – С. 46–48.
17. Пескопроявление в добывающих скважинах и нарушение обсадных колонн. Оценка закономерностей распределения пластовых поровых давлений по разрезу скважин сладковско-морозовской группы месторождений / В.Ю. Близников [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 17–22.

18. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП для разработки низкопроницаемых пластов Приобского месторождения / Г.Г. Гилаев [и др.] // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». – 2012. – С. 22–26.
19. Разработка нефтяных месторождений Самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
20. Устройство для закачки жидкости / Г.Г. Гилаев [и др.] // Патент на изобретение. 10.12.2004. Заявка от 13.02.2004.
21. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.
22. Станок-качалка / К.Р. Уразаков [и др.].
23. Тампонажный раствор «НЦР Химико-ВММ» / Т.В. Хисметов [и др.].
24. Методические основы планирования и управлением ремонта скважин / Д.Г. Антониади [и др.].
25. Кошелев А.Т. Гилаев Г.Г., Ефименко Б.В. Универсальный газовый якорь.
26. Опыт проведения сейсморазведочных работ МОГТ–3Д по методике Slip-Sweep / Г.Г. Гилаев [и др.].
27. Бурштейн М.А., Гилаев Г.Г., Кошелев А.Т. Анализ динамики и причины пескований горизонтальных скважин пласта А₄₋₈ Федоровского месторождения.

Literature:

1. Gilaev G.G. Improving the efficiency of production of hard-to-recover reserves at complex oil and gas fields. – Krasnodar : Publishing House «Sovetskaya Kuban», 2003.
2. Gilaev G.G., Khabibullin M.Ya. Prospects for the use of acid gel for pumping proppant in the process of hydraulic fracturing of carbonate formations on the territory of the Samara region // Oil industry, 2020. – № 8. – P. 54–57.
3. Application of heat-resistant silencing fluids based on petroleum emulsions / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2009. – № 8. – P. 64–67.
4. Oil deposits in the carbonate deposits of the Famensky tier of the Samara region: the history of discovery and prospects of search / G.G. Gilaev [et al.] // Oil industry, 2013. – № 10. – P. 38–40.
5. Antoniadis D.G., Gilaev G.G., Jalalov K.E. Problems of development of high-viscosity oil deposit of North-Komsomolskoye field // Advanced oil and gas technologies. – 2003. – P. 38–41.
6. Technique and technology of oil and gas production of Samara Neftegaz / G.G. Gilaev [et al.]. – Samara, 2014.
7. Glossary of thermal methods of impact on oil reservoirs / D.G. Antoniadis [et al.]. – Krasnodar, 2002.
8. Bliznikov V.Y., Gilaev G.G., Yeganyants R.T. Substantiation of calculation conditions and selection of strength characteristics of production strings of Sladkovsko-Morozovskaya group of fields // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 31–38.
9. Issues of Exploitation of Sand Producing Formations. Influence of reservoir pressure on the sand outflow from the reservoir during operation of producing wells / V.Y. Bliznikov [et al.] // Engineer neftyanik. – 2010. – P. 22–24.
10. Increasing the effectiveness of chemical reagents in JSC «Oil Company Rosneft» / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2012. – P. 22–24.
11. Bliznyukov V.Y., Gilaev G.G. Analysis of violations of production strings during disassembly of sand-producing formations with abnormally high reservoir pressures // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 50–54.
12. Gilaev G.G. Development of theory and practice of hard-to-recover hydrocarbon reserves extraction at the difficultly constructed fields // Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. – Tyumen, 2004.

13. Hydraulic fracturing as a tool for field development in the Samara region / G.G. Gilaev [et al.] // Oil Economy, 2014. – P. 65–69.
14. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies of water shut-off during construction and operation of wells. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
15. Gilaev G.G., Goncharova L.S., Isupov V.S. Diagnosing of Depth-Pressure Wells by Dynamometer. – Izhevsk, 2008.
16. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and oil. – 2002. – P. 46–48.
17. Sanding in producing wells and violation of the casing. Assessment of patterns of reservoir pore pressure distribution along the section of wells of Sladkovsko-Morozovskaya group of fields / V.Yu. Bliznikov [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 17–22.
18. Application of horizontal wells with multiple fracturing for development of low-permeability reservoirs of Priobskoye field / G.G. Gilaev [et al.] // Scientific and Technical Bulletin of OJSC «NK Rosneft». – 2012. – P. 22–26.
19. Development of oil fields in the Samara region: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.]. – Samara, 2014.
20. Device for fluid injection / G.G. Gilaev [et al.] // Patent for invention. 10.12.2004. Application from 13.02.2004.
21. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment// Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.
22. Rocking machine / K.R.Urazakov [et al.].
23. Pumping mortar «NCR Khimiko-VMM» / T.V. Khismetov [et al.].
24. Methodological Bases of Well Repair Planning and Management / D.G. Antoniadi [et al.].
25. Koshelev A.T. Gilaev G.G., Efimenko B.V. Universal gas anchor.
26. Experience of MOGT-3D seismic survey by Slip-Sweep technique / G.G. Gilaev [et al.].
27. Burshtein M.A., G.G. Gilaev, Koshelev A.T. Analysis of dynamics and reasons of sanding of horizontal wells of formation A_{4.8} of Fedorovskoe field.

ТИПЫ И СВОЙСТВА БУРОВЫХ ДОЛОТ

TYPES AND PROPERTIES OF DRILL BITS

Кухарев Александр Сергеевич

магистрант

aleksandrmironov1998@gmail.com

Гиляев Гани Гайсинович

доктор технических наук, профессор

кафедры Нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,

Кубанский Государственный Технологический Университет

gggilaev@gmail.com

Аннотация. Существует множество факторов, которые могут повлиять на производительность бурения, начиная с самой буровой установки, скважинного оборудования, рабочих параметров, типа пласта и т.д. В данной статье рассмотрена не менее важная часть бурового оборудования – долото.

Ключевые слова: буровое оборудование, буровое долото, механические свойства долот и их разновидности.

Kuharev Alexandr Sergeevic

Master's Student,

aleksandrmironov1998@gmail.com

Gilaev Gani Gaysinovich

Doctor of Technical Sciences,

Professor of the Department of Oil and Gas Business

named after Professor G.T. Vartumyan,

Kuban State Technological University

gggilaev@gmail.com

Annotation. There are many factors that can affect drilling performance, starting with the drilling rig itself, downhole equipment, operating parameters, reservoir type, etc. This article discusses an equally important part of drilling equipment – the chisel.

Keywords: drilling equipment, drill bit, mechanical properties of bits and their varieties.

Долото входит в число основных элементов буровой системы, которые необходимо планировать, подготавливать, отслеживать во время операций и оценивать после них, чтобы собрать максимум информации для оптимизации следующих запусков.

Буровое долото является важным компонентом бурильной колонны. Оно выбирается в соответствии с плановым залеганием пластов. Производительность долота зависит от нескольких рабочих параметров, таких как: вес долота, момент при бурении, обороты в минуту, свойства бурового раствора и гидравлическая эффективность. Когда долото разбирают из компоновки низа бурильной колонны, то оно тщательно фиксируется на уровень повреждения. Система, используемая для оценки долота, называется

системой оценки повреждений IADC. Точная номенклатура может эффективно способствовать выбору долота при следующих операциях. Существует два основных типа буровых долот: шарошечные и лопастные долота.

Шарошечное долото. Его также называют трехконусным долотом. Режущие конструкции установлены на трех головках, которые, в свою очередь, прикреплены к основному корпусу долота. Существует два основных типа трехконусных долот:

Зубчатые коронки. Эти типы долот имеют стальные зубья, которые фиксируются на конусах. Размер и форма зубов варьируются в зависимости от твердости залегаемых пластов. При воздействии с мягкой породой используют длинные и тонкие зубья, в то время как при воздействии с твердыми пластами зубья короткие и широкие.

Долото с инновационным методом крепления зубьев. В этих типах долот зубья не вставляются в головки, вместо этого в них буквально вдавливаются вставки из карбида вольфрама. Этот метод делает долото намного тверже, прочнее и позволяет ему прослужить дольше при бурении через твердые пласты. Размер и форма также зависят от твердости и мягкости пластов. Учитывая это, зубья могут быть длинными и тонкими, а так же короткими и широкими.

Шарошечные долотья имеют множество функций:

– **Отверстия для циркуляции.** Это пути прохождения бурового раствора через буровое долото, для удаления шлама с забоя. Самые первые разработки долот были снабжены отверстием в центре корпуса, так как скважины становились глубже, а для переноса шлама требовалось большое гидравлическое усилие, для увеличения гидравлического усилия использовались так называемые сопла. Они могут быть различных размеров, которые могут регулироваться в зависимости от требований к давлению и расходу промывочной жидкости. Размер таких отверстий определяется в тридцати секундах дюйма (например, 13/32 дюйма в диаметре).

– **Защита долота от внешних воздействий.** Буровое долото должно быть усилено снаружи корпуса, чтобы противостоять ударам, вызванным прямыми контактами со стенками скважины. Для защиты долота можно использовать множество методов, одним из которых является покрытие долота слоем твердого карбида вольфрама на внешних деталях, также ряд зубьев из карбида вольфрама могут быть прижаты к тем же частям, которые подвержены ударам и износу.

– **Центральный вал.** Это вал, на котором установлены головки. На центральную часть долота установлены подшипники, чтобы конусы могли вращаться. Подшипники должны быть настолько прочны, чтобы выдержать угол наклона ствола от горизонтали, который зависит от пласта, подлежащего бурению.

– **Подшипники.** Существует два типа подшипников, которые используются в шарошечных долотах. Роликовый шарикоподшипник можно использовать, если срок службы долота еще не истек. Подшипники трения со специализированными металлическими кольцами могут прослужить дольше и, следовательно, повысить производительность бурения. Они должны быть смазаны, чтобы выдерживать давление и температуру. Можно использовать два типа смазки:

– **Негерметичные подшипники.** Данный тип имеет ряд недостатков. При их использовании буровой раствор используется для охлаждения подшипников, но так же содержание твердых веществ в буровом растворе может повлиять на срок службы самого подшипника.

– **Герметичные подшипники.** В подшипниках этого типа используется система смазки. Чаще всего используют смазку графитового типа, которую помещают в контейнер для непосредственного охлаждения. Выходу смазки способствует перепад давления, за счет этого она начинает выделяться и воздействовать на подшипники.

Лопастные долота. Конструкция данного долота не имеет движущихся частей, лопасти и центральная часть вращаются, как одно целое. Основными типами этих до-

лот являются: PDC (компактный поликристаллический алмаз), TSP (термостойкий PDC) и долота с алмазным покрытием.

Буровые наконечники TSP. Известно, что стыковочные соединения являются самой слабой частью долота. При высокой температуре на забое связующие части теряют свою прочность. В свою очередь, долота TSP стали изготавливать из того же искусственного алмаза и без использования стыковых соединений.

Буровые долота PDC. Этот тип долот может использоваться для многих разновидностей пластов, от мягких до твердых. Долото PDC имеет резцы, которые состоят из слоя искусственного алмаза (поликристаллического алмаза). Используя высокотемпературный метод высокого давления, поликристаллический алмаз соединяется со слоем цементирующего карбида вольфрама. За счет этого, режущее соединения самозатачиваются, потому что острые кристаллы подвергаются непрерывному воздействию по мере изнашивания каждого слоя.

Поликристаллический алмаз крепится к шпилькам из карбида вольфрама, которые затем вдавливаются в отверстия на головку долота. Резцы расположены по спирали на лицевой стороне долота. Эта комбинация приводит к резу, который обладает износостойкостью и твердостью алмаза, а также прочностью карбида вольфрама.

Корпус долота сделан из той же высококачественной стали, которая используется для изготовления конусов долот, и для того, чтобы укрепить долото от эрозии жидкостью. Так же поверхность долота покрыта слоем карбида вольфрама.

Конструкция долота PDC. Долото PDC имеет важное преимущество по сравнению с шарошечным долотом, у него нет движущихся частей, таких как подшипники или конусы, которые необходимо менять в случае поломки. Долото PDC режет пласт, а не дробит, как это делает шарошечное долото. Такие долота имеют более длительный срок службы и увеличенный режущий компонент с износостойкими прокладками из карбида вольфрама, которые помогают ему служить дольше. Вогнутая форма поверхности долота позволяет резцам одновременно бурить породу, и также увеличивать стабилизацию долота и уменьшать вероятность отклонения. Циркуляция бурового раствора выполняется через сквозные отверстия, отличающиеся по количеству и размеру. Определенное нахождение отверстий способствует качественной очистке забоя от шлама.

«Алмазные» долота. Такое название долото получило за счет большего количества нахождения в составе не только искусственного алмаза, но и стружки натурального алмаза, что придает ему максимально возможную прочность. Такие долота используются для бурения и прохождения через очень твердые и абразивные пласты. Этот тип долот был разработан в горнодобывающей промышленности. Основными преимуществами этого типа являются их твердость и долговечность, за счет этого долото лучше выполняет свою функцию, без дополнительных затрат времени и денег на ремонт и замену обычного долота (рис. 1).

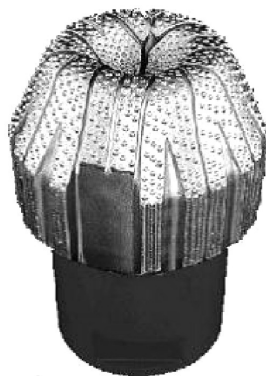


Рисунок 1 – «Алмазное» долото

Есть также некоторые недостатки использования долот из натуральных алмазов, такие как медленная скорость проникновения в пласт. Алмазы вставлены в стальной корпус на две трети длины резца и встроены в головку долота, что может привести к легкому образованию шариков в мягком пласте, по этой причине долота из натуральных алмазов используются для твердых и абразивных пластов.

Природные алмазные коронки требуют относительно высоких оборотов и умеренного колебания. Высокая гидравлическая мощность не является основным требованием, поэтому долото имеет небольшое количество сквозных отверстий. Буровой раствор проходит через них, а затем по проточным каналам, прорезанным в головке долота, чтобы способствовать охлаждению и очистке режущей части.

Кодировка износа долот по системе IADC

Кодировка износа по системе кодов IADC подробно описывает элементы долота и включает 8 позиций. Все данные записываются в карточку установленного образца, приведенную ниже (табл. 1).

Таблица 1 – Кодировка износа долот по системе IADC

Таблица описания износа долот по стандарту IADC							
Вооружение				B	G	Примечания	
Внутренние ряды	Наружные ряды	Описание износа	Местонахождение	Опора. Уплотнение	Диаметр долота, 1/16"	Второстепенный износ	Причина подъема
I	O	D	L	B	G	D	R
1	2	3	4	5	6	7	8

Вывод. Долото является неотъемлемой частью оборудования, способствующего качественному бурению и освоению скважин. В данной статье подробно рассказано про все типы и формы долот, зависящих от множества факторов.

Литература:

1. Гилаев Г.Г. Повышение эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов на сложнопостроенных нефтегазовых месторождениях. – Краснодар : Издательство «Советская Кубань», 2003.
2. Гилаев Г.Г., Хабибуллин М.Я. Перспективы применения кислотного геля для закачки проппанта в процессе проведения гидроразрыва карбонатных пластов на территории Самарской области // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 8. – С. 54–57.
3. Применение термостойких жидкостей глушения на основе нефтяных эмульсий / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 8. – С. 64–67.
4. Нефтяные залежи в карбонатных отложениях фаменского яруса Самарской области: история открытия и перспективы поиска / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2013. – № 10. – С. 38–40.
5. Антониади Д.Г., Гилаев Г.Г., Джалалов К.Э. Проблемы разработки залежи высоковязкой нефти северо-комсомольского месторождения // Передовые нефтегазовые технологии. – 2003. – С. 38–41.
6. Техника и технология добычи нефти и газа ОАО «Самара нефтегаз» / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
7. Толковый словарь по термическим методам воздействия на нефтяные пласты / Д.Г. Антониади [и др.]. – Краснодар, 2002.

8. Близников В.Ю., Гилаев Г.Г., Еганьянц Р.Т. Обоснование условий расчета и выбора прочностных характеристик эксплуатационных колонн сладковско-морозовской группы месторождений // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 31–38.
9. Вопросы эксплуатации пескопроявляющих пластов. Влияние пластового давления на вынос песка из коллектора при эксплуатации добывающих скважин / В.Ю. Близников [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2010. – С. 22–24.
10. Повышение эффективности использования химических реагентов в ОАО «НК Роснефть» / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2012. – С. 22–24.
11. Близников В.Ю., Гилаев Г.Г. Анализ нарушений эксплуатационных колонн при разборке песко-проявляющих продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми давлениями // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 50–54.
12. Гилаев Г.Г. Развитие теории и практики добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов на сложно построенных месторождениях // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Тюмень, 2004.
13. Гидравлический разрыв пласта как инструмент разработки месторождений Самарской области / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2014. – С. 65–69.
14. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.
15. Гилаев Г.Г., Гончарова Л.С., Исупов В.С. Диагностирование глубиннонасосных скважин динамометрированием. – Ижевск, 2008.
16. Выбор бурового раствора для резки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и нефть. – 2002. – С. 46–48.
17. Пескопроявление в добывающих скважинах и нарушение обсадных колонн. Оценка закономерностей распределения пластовых поровых давлений по разрезу скважин сладковско-морозовской группы месторождений / В.Ю. Близников [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 17–22.
18. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП для разработки низкопроницаемых пластов Приобского месторождения / Г.Г. Гилаев [и др.] // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». – 2012. – С. 22–26.
19. Разработка нефтяных месторождений Самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
20. Устройство для закачки жидкости / Г.Г. Гилаев [и др.] // Патент на изобретение. 10.12.2004. Заявка от 13.02.2004.
21. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.
22. Станок-качалка / К.Р. Уразаков [и др.].
23. Тампонажный раствор «НЦР Химико-ВММ» / Т.В. Хисметов [и др.].
24. Методические основы планирования и управлением ремонта скважин / Д.Г. Антониади [и др.].
25. Кошелев А.Т. Гилаев Г.Г., Ефименко Б.В. Универсальный газовый якорь.
26. Опыт проведения сейсморазведочных работ МОГТ–3Д по методике Slip-Sweep / Г.Г. Гилаев [и др.].
27. Бурштейн М.А., Гилаев Г.Г., Кошелев А.Т. Анализ динамики и причины пескований горизонтальных скважин пласта А₄₋₈ Федоровского месторождения.

Literature:

1. Gilaev G.G. Improving the efficiency of production of hard-to-recover reserves at complex oil and gas fields. – Krasnodar : Publishing House «Sovetskaya Kuban», 2003.

2. Gilaev G.G., Khabibullin M.Ya. Prospects for the use of acid gel for pumping proppant in the process of hydraulic fracturing of carbonate formations on the territory of the Samara region // Oil industry, 2020. – № 8. – P. 54–57.
3. Application of heat-resistant silencing fluids based on petroleum emulsions / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2009. – № 8. – P. 64–67.
4. Oil deposits in the carbonate deposits of the Famensky tier of the Samara region: the history of discovery and prospects of search / G.G. Gilaev [et al.] // Oil industry, 2013. – № 10. – P. 38–40.
5. Antoniadi D.G., Gilaev G.G., Jalalov K.E. Problems of development of high-viscosity oil deposit of North-Komsomolskoye field // Advanced oil and gas technologies. – 2003. – P. 38–41.
6. Technique and technology of oil and gas production of Samara Neftegaz / G.G. Gilaev [et al.]. – Samara, 2014.
7. Glossary of thermal methods of impact on oil reservoirs / D.G. Antoniadi [et al.]. – Krasnodar, 2002.
8. Bliznikov V.Y., Gilaev G.G., Yeganyants R.T. Substantiation of calculation conditions and selection of strength characteristics of production strings of Sladkovsko-Morozovskaya group of fields // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 31–38.
9. Issues of Exploitation of Sand Producing Formations. Influence of reservoir pressure on the sand outflow from the reservoir during operation of producing wells / V.Y. Bliznikov [et al.] // Engineer neftyanik. – 2010. – P. 22–24.
10. Increasing the effectiveness of chemical reagents in JSC «Oil Company Rosneft» / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2012. – P. 22–24.
11. Bliznyukov V.Y., Gilaev G.G. Analysis of violations of production strings during disassembly of sand-producing formations with abnormally high reservoir pressures // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 50–54.
12. Gilaev G.G. Development of theory and practice of hard-to-recover hydrocarbon reserves extraction at the difficultly constructed fields // Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences. – Tyumen, 2004.
13. Hydraulic fracturing as a tool for field development in the Samara region / G.G. Gilaev [et al.] // Oil Economy, 2014. – P. 65–69.
14. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies of water shut-off during construction and operation of wells. Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences. Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
15. Gilaev G.G., Goncharova L.S., Isupov V.S. Diagnosing of Depth-Pressure Wells by Dynamometer. – Izhevsk, 2008.
16. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and oil. – 2002. – P. 46–48.
17. Sanding in producing wells and violation of the casing. Assessment of patterns of reservoir pore pressure distribution along the section of wells of Sladkovsko-Morozovskaya group of fields / V.Yu. Bliznikov [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 17–22.
18. Application of horizontal wells with multiple fracturing for development of low-permeability reservoirs of Priobskoye field / G.G. Gilaev [et al.] // Scientific and Technical Bulletin of OJSC «NK Rosneft». – 2012. – P. 22–26.
19. Development of oil fields in the Samara region: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.]. – Samara, 2014.
20. Device for fluid injection / G.G. Gilaev [et al.] // Patent for invention. 10.12.2004. Application from 13.02.2004.

21. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment// Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.
22. Rocking machine / K.R.Urazakov [et al.].
23. Pumping mortar «NCR Khimiko-VMM» / T.V. Khismetov [et al.].
24. Methodological Bases of Well Repair Planning and Management / D.G. Antoniadi [et al.].
25. Koshelev A.T. Gilaev G.G., Efimenko B.V. Universal gas anchor.
26. Experience of MOGT-3D seismic survey by Slip-Sweep technique / G.G. Gilaev [et al.].
27. Burshtein M.A., G.G. Gilaev, Koshelev A.T. Analysis of dynamics and reasons of sanding of horizontal wells of formation A_{4.8} of Fedorovskoe field.

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

PROTECTIVE COATINGS FOR PIPELINES

Лаврентьев Александр Михайлович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
a.lavrentev2001@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Шавинян Давид Камоевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
shavinyan.01@mail.ru

Кореновский Глеб Игоревич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
korenovskiy.gleb@list.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены защитные покрытия для трубопроводов, а также основные требования к ним.

Ключевые слова: трубопровод, изоляционные покрытия, противокоррозионная защита, усиленные защитные покрытия, нормальные защитные покрытия.

Lavrentiev Alexander Mikhailovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
a.lavrentev2001@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Shavinyan David Kamoevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
shavinyan.01@mail.ru

Korenovskiy Gleb Igorevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
korenovskiy.gleb@list.ru

Annotation. This article discusses protective coatings for pipelines, as well as the basic requirements for them.

Keywords: pipeline, insulation coatings, anticorrosive protection, reinforced protective coatings, normal protective coatings.

Изоляционные покрытия, применяемые на трубопроводах, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- обладать высокими диэлектрическими свойствами;
- быть сплошными;
- обладать хорошей адгезией (прилипаемостью) к металлу трубопровода;
- быть водонепроницаемыми;
- обладать высокой механической прочностью и эластичностью; высокой биостойкостью;
- быть термостойкими (не размягчаться под воздействием высоких температур и не становиться хрупкими при низких температурах);
- конструкция покрытий должна быть сравнительно простой, а технология их нанесения – допускать возможность механизации.

Материалы, входящие в состав покрытия, должны быть недефицитными, а само покрытие – недорогим, долговечным.

Противокоррозионную защиту подземных трубопроводов осуществляют:

- покрытиями на основе полимерных материалов (полиэтилена, термоусаживающихся и терморезистивных полимеров, эпоксидных красок и др.), наносимый в заводских или базовых условиях;
- покрытиями на основе термоусаживающихся материалов, полимерных липких лент, битумных и асфальто-смолистых мастик, наносимыми в базовых и трассовых условиях.

Государственный стандарт по защите от коррозии рекомендует 22 конструкции защитных покрытий трубопроводов нормального и усиленного типов. Покрытия усиленного типа значительно более разнообразны по конструкции (их 19). К ним предъявляются повышенные требования по таким показателям, как прочность и относительное удлинение при разрыве, адгезия к стали, переходное сопротивление и др.

Усиленный тип защитных покрытий применяется на трубопроводах с номинальным диаметром 1000 мм и более независимо от условий прокладки, а также независимо от диаметра трубопроводов при прокладке их в зонах повышенной коррозионной опасности:

- южнее 50 ° северной широты;
- в засоленных почвах любого района страны;
- в болотистых, заболоченных, чернозёмных и поливных почвах, а также на участках перспективного обводнения или орошения; на подводных переходах и в поймах рек, а также на переходах через железнодорожные и автомобильные дороги;
- на пересечениях с различными трубопроводами – по 20 м в обе стороны от места пересечения;
- на участках промышленных и бытовых стоков, свалок мусора и шлака;
- на участках блуждающих токов;
- на участках трубопроводов с температурой транспортируемого продукта 40 °С и выше;

- на территориях насосных станций и резервуарных парков;
- на участках трубопроводов, прокладываемых на расстоянии менее 1 км от рек, каналов, озёр, водохранилищ, а также от границ населённых пунктов и промышленных предприятий.

Во всех остальных случаях применяются защитные покрытия нормального типа.

В зависимости от используемых материалов различают мастичные, полимерные и комбинированные покрытия.

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.

2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.

3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.

4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.

7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.

8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.

9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.

10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.

11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.

8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.

9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.

10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.

11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

СИСТЕМЫ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА ПРИРОДНОГО ГАЗА

INDUSTRIAL NATURAL GAS COLLECTION SYSTEMS

Линдюк Даниил Романович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
topvel.ru@yandex.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Кулаченко Елена Сергеевна

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
elenakulac@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные системы промышленного сбора природного газа. Проведён сравнительный анализ основных систем сбора газа на промыслах: индивидуальных, групповых и централизованных.

Ключевые слова: сбор газа, эксплуатация добывающих скважин, индивидуальная система, групповая система, централизованная система, газосборные системы.

Lindiuk Daniil Romanovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
topvel.ru@yandex.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kulachenko Elena Sergeevna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
elenakulac@gmail.com

Annotation. This article discusses the main systems of field collection of natural gas. A comparative analysis of the main gas collection systems in the fields: individual, group and centralized.

Keywords: gas collection, operation of producing wells, individual system, group system, centralized system, gas collection systems.

Системы промышленного сбора и подготовки газа бывают индивидуальными, групповыми и централизованными (рис. 1).

При индивидуальной системе каждая скважина имеет свой комплекс сооружений для подготовки газа (УПГ), после которого газ поступает в сборный коллектор и далее на центральный сборный пункт (ЦСП). Данная система применяется в начальный период разработки месторождения, а также при большом удалении скважин друг от друга. Недостатком ее является рассредоточенность оборудования по всему промыслу и увеличение суммарных потерь газа за счет большого числа технологических объектов.

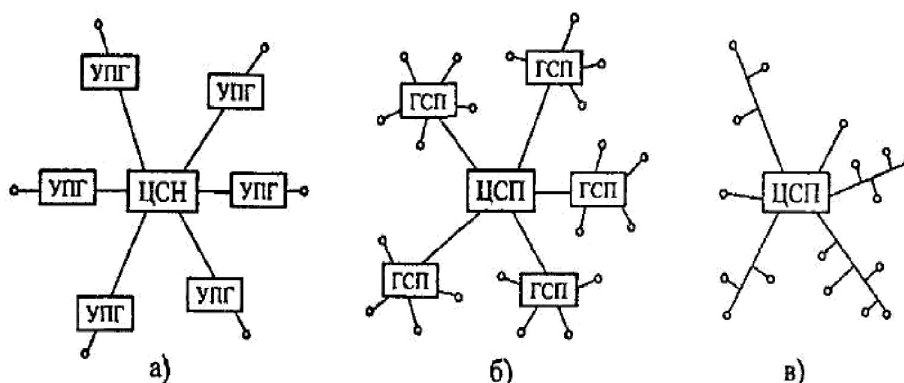


Рисунок 1 – Системы сбора газа на промыслах
а – индивидуальная; б – групповая; в – централизованная

При групповой системе весь комплекс по подготовке газа сосредоточен на групповом сборном пункте (ГСП), обслуживающем несколько близко расположенных скважин. ГСП подключаются к промышленному сборному коллектору, по которому газ поступает на ЦСП и далее потребителю. Групповые системы позволяют увеличить загрузку технологических аппаратов и уменьшить число объектов обслуживания.

При централизованной системе газ от всех скважин поступает на единый ЦСП, где осуществляется весь комплекс технологических процессов подготовки.

Газосборные системы бывают бесколлекторные, когда газ поступает на ЦСП по индивидуальным линиям, и коллекторные. Различают линейные, лучевые и кольцевые коллекторные газосборные системы. Линейная газосборная сеть состоит из одного коллектора и применяется при разработке вытянутых в плане месторождений. Лучевая сеть состоит из нескольких коллекторов, сходящихся на ЦСП в виде лучей. Кольцевая сеть представляет собой замкнутый коллектор, огибающий месторождение и имеющий перемычки. Кольцевая форма сети позволяет обеспечить бесперебойную подачу газа потребителям в случае выхода из строя одного участка коллектора.

В системах сбора газа может использоваться высокое давление (более 1,6 МПа), среднее давление (в пределах от 0,6 до 1,6 МПа) и низкое давление. В случае, когда рабочее давление в газосборной системе меньше атмосферного, ее называют вакуумной системой.

Литература:

1. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.

3. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
4. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
5. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
6. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Техничко-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
9. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
10. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.
11. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
12. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
13. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
14. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.
15. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviiv-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekhn>
16. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.

Literature:

1. Antonov E.N., Shiyan S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // *Bulatovskie Readings*. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.
2. Batyrov M.I., Shiyan S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // *Bulatovskie Readings*. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.
3. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV11-2 facility of the Samotlor field // *Science. Technique. Technologies*. – 2020. – № 2. – P. 55–72.
4. Shapkov E.N., Shiyan S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // *Science. New generation. Success*. In the collection: *Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War*. – 2020. – P. 222–235.
5. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
6. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
7. Shiyan S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. – 2020. – № 1. – P. 291–301.
8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // *Bulatov Readings*. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
9. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
10. Brizhan V.V., Shiyan S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. 2020. – № 2. – P. 300–314.
11. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I. Dunaev [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
12. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
13. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // *Science. New generation. Success*. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
14. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
15. Shiyan S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences. – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
16. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV 4-5 formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. – 2020. – № 4. – P. 57–75.

КАТОДНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ

CATHODIC PROTECTION OF PIPELINES

Литвиненко Юлия Алексеевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
litvinenko.iulija@yandex.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Малышкова Марина Леонидовна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
marmal2311@gmail.com

Селимшаева Элина Зинединовна

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены принцип действия и расчет параметров катодной защиты трубопроводов.

Ключевые слова: трубопровод, катодная защита, анодное заземление, сила дренажного тока, изоляционные покрытия.

Litvinenko Yulia Alekseevna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
litvinenko.iulija@yandex.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Malyshkova Marina Leonidovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
marmal2311@gmail.com

Selimshaeva Elina Zinedinovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
selimsaevaelina@gmail.com

Annotation. This article discusses the principle of operation and the calculation of the parameters of the cathodic protection of pipelines

Keywords: pipeline, cathodic protection, anode grounding, drainage current strength, insulating coatings.

Практика показывает, что даже тщательно выполненное изоляционное покрытие в процессе эксплуатации стареет: теряет свои диэлектрические свойства, водоустойчивость, адгезию. Встречаются повреждения изоляции при засыпке трубопроводов в траншею, при их температурных перемещениях, при воздействии корней растений. Кроме того, в покрытиях остается некое количество незамеченных при проверке дефектов. Следовательно, изоляционные покрытия не гарантируют необходимой защиты подземных трубопроводов от коррозии. Исходя из этого защита трубопроводов от подземной коррозии независимо от коррозионной активности грунта и района их прокладки должна осуществляться комплексно: защитными покрытиями и средствами электрохимической защиты (ЭХЗ).

Электрохимическая защита осуществляется катодной поляризацией трубопроводов. Если катодная поляризация производится с помощью внешнего источника постоянного тока, то такая защита называется катодной.

Принципиальная схема катодной защиты показана на рисунке 1. Источником постоянного тока является станция катодной защиты (3), где с помощью выпрямителей переменный ток от вдольтрассовой ЛЭП (1), поступающий через трансформаторный пункт (2), преобразуется в постоянный.

Отрицательным полюсом источник с помощью кабеля (6) подключен к защищаемому трубопроводу (4), а положительным – к анодному заземлению (5). При включении источника тока электрическая цепь замыкается через почвенный электролит.

Принцип действия катодной защиты аналогичен процессу электролиза

Под воздействием приложенного электрического поля источника начинается движение полусвободных валентных электронов в направлении «анодное заземление – источник тока – защищаемое сооружение». Теряя электроны, атомы металла анодного заземления переходят в виде ион-атомов в раствор электролита, т. е. анодное заземление разрушается. Ион-атомы подвергаются гидратации и отводятся вглубь раствора. У защищаемого же сооружения вследствие работы источника постоянного тока наблюдается избыток свободных электронов, то есть создаются условия для протекания реакций кислородной и водородной депольяризации, характерных для катода.

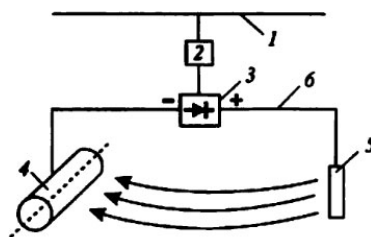


Рисунок 1 – Принципиальная схема катодной защиты трубопровода:
1 – линия электропередачи; 2 – трансформаторный пункт; 3 – станция катодной защиты;
4 – трубопровод; 5 – анодное заземление; 6 – кабель.

При осуществлении электрохимической защиты участка трубопровода, стенка которого более чем на 10 % толщины повреждена коррозией, минимальный защитный потенциал должен быть на 0,05 В отрицательнее.

Минимальный защитный потенциал должен поддерживаться на границе зон действия станций катодной защиты (СКЗ). Так как величина защитного потенциала убывает с удалением от точки подключения СКЗ (точка дренажа), то максимальный защитный потенциал имеет место в точке дренажа.

Для того, чтобы предотвратить разрушение и отслаивание изоляционного покрытия вследствие выделения газообразного водорода, максимальная величина защитного потенциала ограничена: для стального сооружения с битумной или полимерной изоляцией она составляет, например, –1,15 В по МСЭ. В случае, когда сооружение не имеет защитного покрытия, максимальная величина защитного потенциала не регламентируется.

В соответствии с принципом катодной защиты электрохимическому разрушению вместо трубопровода подвергается анодное заземление.

К нему предъявляется ряд требований:

- минимальное сопротивление растеканию тока;
- наименьшие габариты и стоимость;
- наибольший срок службы.

Минимальное сопротивление растеканию тока достигается путем выполнения анодного заземления из нескольких параллельно соединенных электродов (заземлителей), а также их размещением в грунтах с наименьшим удельным электрическим сопротивлением. В соответствии с этим различают поверхностные и глубинные анодные заземления.

Целью расчета катодной защиты магистральных трубопроводов является определение количества СКЗ, а также параметров их работы (силы дренажного тока и необходимой мощности).

В случае использования однотипных СКЗ их количество для трубопровода длиной L равно:

$$n_{\text{СКЗ}} = L/l_{\text{СКЗ}}, \quad (1)$$

где $l_{\text{СКЗ}}$ – расчетное расстояние между ними

$$l_{\text{СКЗ}} = \frac{2}{\alpha} \ln \left[\frac{E_{\text{max}}}{K_B \cdot E_{\text{min}} \cdot (1+\theta)} \right], \quad (2)$$

где $E_{\text{max}}, E_{\text{min}}$ – величины максимального и минимального наложенного потенциала;
 α – постоянная распределения токов и потенциалов вдоль защищаемого трубопровода;

K_B – коэффициент, учитывающий влияние смежной СКЗ;

θ – расчетный параметр.

Величины α , K_B и θ в формуле (2) рассчитываются по формулам:

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_T}{R_{\text{из}}}}; \theta = \frac{r_{\text{cp}}}{2 \cdot \pi \cdot Z_k \cdot y}; K_B = \frac{1}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{E_{\text{min}}}{E_{\text{max}}}\right)^2 \cdot (1+\theta)}}; \quad (3)$$

где $R_T, R_{\text{из}}$ – продольное сопротивление соответственно трубопровода и изоляции (к концу нормативного срока службы);

r_{cp} – среднее удельное электросопротивление грунта;

Z_k – входное сопротивление трубопровода на конец нормативного срока службы изоляции, $Z_k = 0,5 \cdot \sqrt{R_T \cdot R_{\text{из}}}$;

y – удаление анодного заземления от трубопровода.

Необходимая величина силы дренажного тока равна:

$$I_{др} = \frac{|E_{max}|}{Z_{cp} \cdot (1 + 2 \cdot e^{-\alpha \cdot l_{скз}} + \theta)}, \quad (4)$$

где Z_{cp} – средняя (за период эксплуатации изоляции) величина входного сопротивления изолированного трубопровода, $Z_{cp} = \sqrt{R_T \cdot R_{из.ср}}$;
 $R_{из.ср}$ – среднее сопротивление единицы длины изоляции за нормативный срок службы.

Необходимая мощность катодной установки находится по формуле:

$$N_{скз} = I_{др} \cdot \Delta E, \quad (5)$$

где E – напряжение на выходе СКЗ.

$$\Delta E = |E_{max} - E_{min}| + I_{др} \cdot (R_{пр} + R_a), \quad (6)$$

где $R_{пр}$ – сопротивление соединительных проводов;
 R_a – сопротивление растеканию тока с анодного заземления.

По известным величинам $I_{др}$, ΔE , $N_{скз}$ выбирается тип катодной установки.

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.

9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.

10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.

11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.

8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.

9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.

10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.

11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ

THE MAIN DIRECTIONS OF OIL GAS PROCESSING

Литвиненко Юлия Алексеевна

студентка кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
litvinenko.iulija@yandex.ru

Селимшаева Элина Зинединовна

студентка кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
selimsaevaelina@gmail.com

Музыкантова Анна Викторовна

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Все углеводородные газы по их происхождению можно разделить на две большие группы – первичные и вторичные. Первичные – это газы, добываемые из недр земли, вторичные – это углеводороды образовавшиеся при переработке нефти за счет термokatалитических превращений природных углеводородов нефти.

Ключевые слова: углеводороды, газ, недра, термokatалитические превращения, конденсат.

Litvinenko Yulia Alekseevna

Student of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
litvinenko.iulija@yandex.ru

Selimshayeva Elina Ziyadinovna

Student of the Department Of Equipment for Oil And Gas Fields,
Kuban State Technological University
selimsaevaelina@gmail.com

Muzykantova Anna Viktorovna

Senior Lecturer of the Department Of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University

Annotation. All hydrocarbon gases by their origin can be divided into two large groups – primary and secondary. Primary are gases extracted from the bowels of the earth; secondary are hydrocarbons formed during oil refining due to thermocatalytic transformations of natural petroleum hydrocarbons.

Keywords: hydrocarbons, gas, subsurface, thermocatalytic transformations, condensate.

П продуктами переработки природного и нефтяного газа являются: товарный природный газ, широкие фракции легких углеводородов, стабильный газовый конденсат, одорант.

Именно от подготовки и переработки газа зависит выбор последующей схемы производства.

Наличие сероводорода в природном газе осложняет процесс добычи и его переработки, не смотря на то, что сера является ценнейшим и дефицитным продуктом.

С учетом большого разнообразия состава природных газов, как по углеводородам, так и по примесям становится вопрос по выбору схемы и технологии переработки газа.

Способы мокрой очистки газа:

1. Без утилизации серы.
2. С получением элементарной серы.
3. С выделением концентрированного сероводорода.

Содовый способ очистки газов без регенерации серы

Способы сухой очистки газа:

1. Болотнорудный способ.
2. Очистка активированным углем.
3. Метод Перроке.
4. Метод Таунсенда.
5. Метод Джааммарко.

Адсорбционные способы осушки газа осуществляются различными адсорбентами, такими как:

1. Гранулированные.
2. Боксит.
3. Флорит.
4. Силикагель.

Также существуют такие способы осушки газа:

- Хлоркальцевый
- Диэтиленгликолевый

Показатели качества природного газа, подаваемого в магистральные газопроводы, регламентированы стандартом и должны соответствовать всем необходимым нормам и требованиям.

Переработка природного газа – это сложный процесс, который осуществляется при условии постоянного изменения состава сырья, а это неизбежно приводит к различным конструктивным изменениям, как установок, так и газоперерабатывающих заводов в целом.

Литература:

1. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Анализ причин отказов газотурбинных приводов газоперекачивающих агрегатов // REFERATOTECH: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 69–72.

2. Иноземцев Д.А., Величко Е.И., Музыкантова А.В. Современное состояние методов и средств диагностирования систем трубопроводного транспорта // REFERATOTECH: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 133–136.

3. Иноземцев Д.А., Слепцов А.А. Современные конвертированные авиадвигатели на основе НК-12 // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – Т. 1. – С. 215–217.

4. Традиционные методы охлаждения камер сгорания ГТУ / Д.А. Иноземцев, [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т., Краснодар: «Издательский Дом – Юг», 2021. – Т. 1. – С. 236–238.

5. Величко Е.И., Иноземцев Д.А. Методы и средства контроля технического состояния компрессорной установки // Рассохинские чтения : Материалы международной конференции, Ухта, 04–05 февраля 2021 года / Под редакцией Р.В. Агиней. – Ухта : Группа оперативной полиграфии «УГТУ», 2021. – С. 50–53.

6. Иноземцев Д.А., Терещенко И.А. Техническое обслуживание конвертированных авиационных двигателей при планово-предупредительной системе // Наука. Новое поколение. Успех : материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – Т. 1. – С. 224–226.

Literature:

1. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Analysis of the causes of failures of gas turbine drives of gas pumping units // REFERATOTECH: Materials of the International scientific and practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 69–72.

2. Inozemtsev D.A., Velichko E.I., Muzykantova A.V. The current state of methods and means of diagnosing systems of pipewire transport // REFERATOTECH: Materials of the International scientific and practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 133–136.

3. Inozemtsev D.A., Sleptsov A.A. Modern converted aircraft engines based on NK-12 // Nauka. A new generation. Success : Proceedings of the II International scientific and practical conference in 2 volumes. – Krasnodar : Publishing House – South, 2021. – Vol. 1. – P. 215–217.

4. Traditional methods of cooling the combustion chambers of gas turbines / D.A. Inozemtsev [et al.] // Science. A new generation. Success : Materials of the II International Scientific and Practical Conference: in 2 volumes. – Krasnodar : Publishing House – South, 2021. – Vol. 1. – P. 236–238.

5. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. Methods and means of monitoring the technical condition of the compressor unit // Rassokhin readings : Proceedings of the international conference, Ukhta, February 04–05, 2021 / Edited by R.V. Agin. – Ukhta : Operational Printing Group «UGTU», 2021. – P. 50–53.

6. Inozemtsev D.A., Tereshchenko I.A. Maintenance of converted aircraft engines with a planned warning system // Nauka. The new generation. Success : materials of the II International Scientific and Practical Conference: in 2 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2021. – Vol. 1. – P. 224–226.

АППАРАТЫ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА

GAS AIR COOLING DEVICES

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Лежнев Всеволод Викторович

доцент
кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
Кубанский государственный университет
dunayev1964@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные способы охлаждения газа в газовой промышленности.

Ключевые слова: газопровод, газомотокомпрессор, теплообмен, привод, хладагент, вентилятор.

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Lezhnev Vsevlod Viktorovich

Assistant Professor,
Department of Theoretical Physics and Computer Technologies,
Kuban State University
dunayev1964@bk.ru

Annotation. This article discusses the main methods of gas cooling in the gas industry.

Keywords: gas pipeline, gas compressor, heat exchange, drive, refrigerant, fan.

Необходимость охлаждения газа обусловлена следующим. При компримировании он нагревается. Это приводит к увеличению вязкости газа и, соответственно, затрат мощности на перекачку. Кроме того, увеличение температуры газа отрицательно влияет на состояние изоляции газопровода, вызывает дополнительные продольные напряжения в его стенке.

Газ охлаждают водой и воздухом. При его охлаждении водой используют различные теплообменные аппараты (кожухотрубные, оросительные, типа «труба в трубе»), которые с помощью системы трубопроводов и насоса подключены к устройствам для охлаждения воды. Данный способ охлаждения газа используется, как правило, совместно с поршневыми газомотокомпрессорами.

На магистральных газопроводах наиболее широкое распространение получил способ охлаждения газа атмосферным воздухом. Для этой цели применяют аппараты воздушного охлаждения (АВО) газа различных типов:

Принципиальная схема секции АВО газа приведена на рисунке 1.

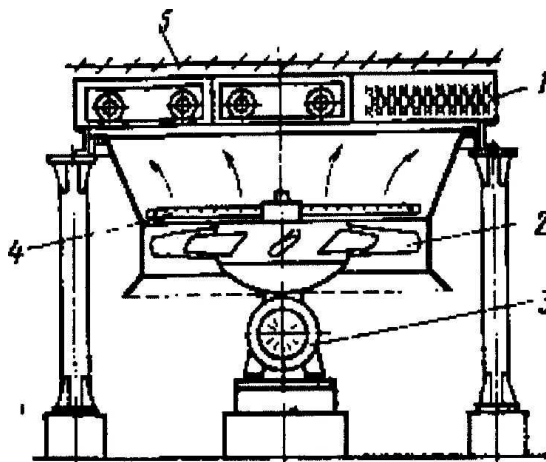


Рисунок 1 – Принципиальная схема секции АВО газа:

1 – секция оребренных труб; 2 – колесо вентилятора; 3 – электродвигатель;
4 – коллектор впрыска очищенной воды; 5 – жалюзи

Конструктивно она представляет собой мощный вентилятор с диаметром лопастей 2–7, который нагнетает воздух снизу вверх, где по пучкам параллельных труб движется охлаждаемый газ. Для интенсификации теплообмена трубы выполняют оребренными. В качестве привода вентиляторов используются электродвигателями мощностью от 10 до 100 кВт.

Достоинствами АВО являются простота конструкции, надежность работы, отсутствие необходимости в предварительной подготовке хладагента (воздуха).

Литература:

1. Разработка нефтяных месторождений Самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
2. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин: диссертация. – Тюмень, 1999.
3. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.

4. Выбор бурового раствора для зарезки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и Нефть. – 2002. – № 8. – С. 46–48.
5. Об одном условии развития изолированного дефекта / В.И. Дунаев [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 8–13.
6. Терещенко И.А., Дунаев В.И. Об одном условии развития вертикальной трещины при гидравлическом воздействии на нефтеносный пласт // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 244–247.
7. Терещенко И.А., Дунаев В.И. О развитии вертикальной трещины при гидро-разрыве нефтеносного пласта // В сборнике: Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2021. – С. 57–61.

Literature:

1. Development of oil fields in the Samara region: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.]. – Samara, 2014.
2. Gilaev G.G. Research and development of complex technologies of water shut off during construction and operation of wells: dissertation. – Tyumen, 1999.
3. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment// Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.
4. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and Oil. – 2002. – № 8. – P. 46–48.
5. About one condition of isolated defect development / V.I. Dunayev [et al.] // Ecological Bulletin of Scientific Centers of Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 2. – P. 8–13.
6. Tereschenko I.A., Dunayev V.I. On one condition for the development of vertical fracture under hydraulic impact on the oil-bearing formation // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the II International Scientific-Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 244–247.
7. Tereshchenko I.A., Dunayev V.I. On the development of vertical fracture during hydraulic fracturing of an oil-bearing reservoir // In the collection: Applied Mathematics: Modern Problems of Mathematics, Informatics and Simulation. Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Krasnodar, 2021. – P. 57–61.

СОСТАВ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ ТРУБОПРОВОДА

THE SCOPE OF WORK PERFORMED DURING THE CONSTRUCTION OF THE LINEAR PART OF THE PIPELINE

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды работ, которые выполняются при строительстве линейной части трубопровода.

Ключевые слова: трубопровод, технологическая схема, сварочно-монтажные работы, отвод, разбивка, генподрядчик.

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. This article discusses the main types of work that are performed during the construction of the linear part of the pipeline.

Keywords: pipeline, flow chart, welding and installation works, branch, breakdown, general contractor.

При сооружении линейной части трубопровода выделяют два периода – подготовительный и основной.

В ходе подготовительного периода выполняют следующие виды работ:

- разбивку трассы;
- отвод земель;
- подготовку строительной полосы;
- устройство временных и постоянных дорог.

Разбивку трассы производит специальная бригада, включающая представителей проектной организации (изыскателей), генподрядчика и заказчика. При разбивке трассы через каждые 3–5 км устанавливают временные реперы, связанные нивелирными ходами с постоянными реперами, и постоянные реперы на переходах через реки, болота, железные и автомобильные дороги. Кроме того, закрепляют и привязывают оси и углы поворота трассы. В местах пересечения трассой трубопровода подземных сооружений на поверхности земли устанавливают соответствующие знаки.

Одновременно с разбивкой трассу передают генподрядчику.

Отвод земель под строительство у землепользователей осуществляется заблаговременно, чтобы не нанести им ущерба (например, посевам или плановым заготовкам древесины). Ширина полосы отвода земли для строительства магистрального трубопровода ограничена действующими нормативами. При прокладке трубопровода без рекультивации (восстановления плодородного слоя) земель она составляет от 19 до 45,5 м, а с рекультивацией – до 60 м.

Общая ширина строительной полосы складывается из следующих зон: I – прохода строительной колонны; II – разработки траншеи и отвала грунта; III, VI – работы бульдозера; IV – рекультивации; V – отвала плодородного слоя.

В ходе подготовки строительной полосы осуществляется ее расчистка и планировка. При расчистке мелкий лес (диаметром до 20 см) и кустарник удаляют бульдозерами, кусторезами, корчевателями-собирающими и другими машинами. Крупные деревья спиливают бензодвигательными пилами. Камни и валуны удаляют со строительной полосы целиком или после дробления взрывами.

Необходимость планировки полосы строительства связана с созданием условий для обеспечения проезда строительных машин, а также с тем, что радиус изгиба трубопровода в вертикальной плоскости не должен быть меньше некоторого минимально допустимого значения.

Устройство временных и постоянных дорог необходимо для выполнения основных работ на трассе трубопровода, для доставки материалов и грузов, передвижения строительных машин и механизмов, а также для ухода за трубопроводом в процессе его эксплуатации.

Часть дорог функционирует только в период строительства (временные), другие используются и после его окончания (постоянные).

При спокойном рельефе и достаточной несущей способности земной поверхности дороги сооружают путем разравнивания грунта грейдером. При необходимости их несущая способность может быть повышена подсыпкой гравия, каменной мелочи, металлургического шлака. На болотах дороги сооружают из бревен, дощатых щитов, железобетонных плит, а зимой сооружают зимники путем намораживания льда толщиной 15–20 см с изготовлением настила из бревен.

Ширина дорог должна быть не менее 3,5 м.

В ходе основного периода выполняются следующие виды работ:

- погрузочно-разгрузочные и транспортные работы;
- земляные работы;
- сварочно-монтажные работы;
- изоляционно-укладочные работы;
- очистка внутренней полости и испытание трубопроводов.

Литература:

1. Проблемы промышленного освоения природных метаногидратов / М.Г. Иванов [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 2. – С. 296–309.
2. Дунаев В.И., Терещенко И.А., Молдаванов С.Ю. Об условии развития изолированного дефекта при моделировании гидравлического разрыва нефтеносного пласта // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 4. – С. 23–28.
3. Дунаев В.И. Анализ энергетического условия хрупкого разрушения на основе подхода Райса-Друкера // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2008. – Т. 5. – № 4. – С. 43–50.
4. Терещенко И.А., Дунаев В.И. О развитии вертикальной трещины при гидро-разрыве нефтеносного пласта // В сборнике: Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2021. – С. 57–61.
5. Даишев М.И., Ильин М.И., Чудаков Г.М. Центрифуга для разделения суспензий // Авторское свидетельство SU 446316 А1, 15.10.1974. Заявка № 1873735/28-13 от 22.01.1973.

Literature:

1. Problems of industrial development of natural methane hydrates / M.G. Ivanov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2017. – № 2. – P. 296–309.
2. Dunayev V.I., Tereshchenko I.A., Moldavanov S.Y. On the condition of the development of an isolated defect in the simulation of hydraulic fracturing of the oil-bearing reservoir // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 4. – P. 23–28.
3. Dunayev V. I. Analysis of Energy Condition of Brittle Fracture on the Basis of Reiss-Drucker Approach // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2008. – Vol. 5. – № 4. – P. 43–50.
4. Tereshchenko I.A., Dunayev V.I. On development of vertical fracture during hydraulic fracturing of oil-bearing reservoir // In the collection: Applied Mathematics: Modern Problems of Mathematics, Informatics and Modelling. Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Krasnodar, 2021. – P. 57–61.
5. Daishev M.I., Ilyin M.I., Chudakov G.M. Centrifuge for separation of suspension // Copyright certificate SU 446316 A1, 15.10.1974. Application № 1873735/28-13 dated 22.01.1973.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В СИСТЕМЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

USE OF LIQUEFIED PETROLEUM GASES IN THE GAS SUPPLY SYSTEM

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка
направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды использования углеводородных газов и приведены их характеристики.

Ключевые слова: баллон, резервуар, пропан, бутан, испарение, установка, смесь, газ, объем, манометр, давление.

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Annotation. This article discusses the main uses of hydrocarbon gases and provides their characteristics.

Keywords: cylinder, tank, propane, butane, evaporation, weapons, mixture, gas, volume, pressure gauge, pressure.

Наряду с природным газом в системе газоснабжения широко используются сжиженные газы (пропан, бутан и др).

В зависимости от расхода газа, климатических условий и вида потребителей системы их снабжения сжиженными газами подразделяются на следующие типы:

- индивидуальные и групповые баллонные;
- групповые резервуарные с естественным или искусственным испарением;
- групповые резервуарные установки по получению взрывобезопасных смесей газа с воздухом.

Индивидуальной баллонной установкой называют установку, имеющую не более 2 баллонов со сжиженным газом. Данные установки предназначены в основном для газоснабжения потребителей с небольшим расходом газа, например, отдельных квартир, садовых домиков и т.п. Сжиженный газ в данном случае хранится в баллонах объемом 5,27 или 50 литров, которые размещаются либо на улице (в специальных шкафах), либо в помещении.

Групповые баллонные установки используются для газоснабжения жилых многоквартирных зданий, мелких коммунально-бытовых и промышленных предприятий. В их состав входит более 2 баллонов сжиженного газа. Суммарный объем баллонов не должен превышать 600 л при расположении шкафа с ними около зданий и 1000 л – при размещении шкафа вдали от зданий.

Групповые баллонные установки оснащаются регулятором давления газа, общим отключающим устройством, показывающим манометром, сбросным предохранительным клапаном.

Групповые резервуарные установки с естественным испарением состоят из нескольких емкостей, соединенных между собой уравнительными трубопроводами для паровой фазы и жидкости. Резервуары оборудуются арматурой для их заполнения сжиженным газом, средствами замера уровня жидкой фазы, предохранительными клапанами, регуляторами давления.

Резервуары устанавливаются на земле или под землей, стационарно или регулярно завозятся к месту размещения. При стационарной установке резервуаров сжиженный газ для них доставляется автоцистернами.

Емкость резервуаров в групповых установках достигает 50 м³, а суммарный объем резервуаров в установках – 300 м³.

Конструкция установок с естественным испарением сжиженного газа проста и экономична, однако на их работу существенное влияние оказывает температура окружающей среды: в соответствии с ее колебаниями изменяются производительность по паровой фазе и теплота сгорания газа.

Для больших промышленных объектов и крупных населенных пунктов используют групповые резервуарные установки с искусственным испарением. Их отличительной деталью является наличие специального теплообменного аппарата – испарителя. Расход жидкой фазы, подаваемой в испаритель, зависит от потребности в паровой фазе.

Недостатком установок с искусственным испарением сжиженных газов является то, что при температурах ниже 0 требуется использовать газы, пары которых не будут конденсироваться в трубопроводах.

Свойства природного газа и паровой фазы сжиженных углеводородных газов неодинаковы. Последняя имеет большую плотность и теплоту сгорания. Это создает определенные проблемы в тех случаях, когда сжиженный газ используется в качестве резервного топлива на случай прекращения подачи природного газа или его нехватки. Поэтому получили распространение групповые резервуарные установки по получению горючих смесей газа с воздухом для газоснабжения.

Для замены природного газа целесообразны смеси следующего состава: 1) 47 % бутана + 53 % воздуха; 2) 58 % пропана + 42 % воздуха.

Литература:

1. Проблемы промышленного освоения природных метаногидратов / М.Г. Иванов [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 2. – С. 296–309.
2. Дунаев В.И., Терещенко И.А., Молдаванов С.Ю. Об условии развития изолированного дефекта при моделировании гидравлического разрыва нефтеносного пласта // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 4. – С. 23–28.
3. Дунаев В.И. Анализ энергетического условия хрупкого разрушения на основе подхода Райса-Друкера // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2008. – Т. 5. – № 4. – С. 43–50.
4. Терещенко И.А., Дунаев В.И. О развитии вертикальной трещины при гидроразрыве нефтеносного пласта // В сборнике: Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2021. – С. 57–61.
5. Даишев М.И., Ильин М.И., Чудаков Г.М. Центрифуга для разделения суспензий // Авторское свидетельство SU 446316 A1, 15.10.1974. Заявка № 1873735/28-13 от 22.01.1973.

Literature:

1. Problems of industrial development of natural methane hydrates / M.G. Ivanov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2017. – № 2. – P. 296–309.
2. Dunayev V.I., Tereshchenko I.A., Moldavanov S.Y. On the condition of the development of an isolated defect in the simulation of hydraulic fracturing of the oil-bearing reservoir // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 4. – P. 23–28.
3. Dunayev V. I. Analysis of Energy Condition of Brittle Fracture on the Basis of Reiss-Drucker Approach // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2008. – Vol. 5. – № 4. – P. 43–50.
4. Tereshchenko I.A., Dunayev V.I. On development of vertical fracture during hydraulic fracturing of oil-bearing reservoir // In the collection: Applied Mathematics: Modern Problems of Mathematics, Informatics and Modelling. Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Krasnodar, 2021. – P. 57–61.
5. Daishev M.I., Ilyin M.I., Chudakov G.M. Centrifuge for separation of suspension // Copyright certificate SU 446316 A1, 15.10.1974. Application № 1873735/28-13 dated 22.01.1973.

ХРАНИЛИЩА СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

LIQUEFIED PETROLEUM GAS STORAGE

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка направления подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Андруевич Дарья Александровна

студентка направления подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
dasha.andrusevich.00@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды хранилищ углеводородных газов, а также приведены их различные характеристики.

Ключевые слова: резервуар, вентиль, газоснабжение, пласт, углеводородные газы, теплообменник, компрессор, изобутан, холодильник, давление, температура.

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Andrusevich Daria Aleksandrovna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
dasha.andrusevich.00@bk.ru

Annotation. This article discusses the main types liquefied petroleum gas storage, as well as shows their various characteristics.

Keywords: tank, valve, gas supply, formation, hydrocarbon gases, heat exchanger, compressor, isobutane, refrigerator.

Н а сегодняшний день все хранилища для сжиженных углеводородных газов по своему назначению делятся на 4 группы:

- хранилища, находящиеся на газо- и нефтеперерабатывающих заводах, т.е. в местах производства СУГ;
- хранилища, обслуживающие базы сжиженного газа и резервуарные парки газонаполнительных станций, где осуществляется налив СУГ в транспортные средства и газовые баллоны; хранилища у потребителей, предназначенные для их газоснабжения;
- хранилища для сглаживания неравномерности газопотребления.

Сжиженные углеводородные газы хранят в стальных резервуарах, подземных хранилищах шахтного типа и в соляных пластах.

Стальные резервуары бывают горизонтальные цилиндрические и сферические, а в зависимости от способа установки надземные, подземные и с засыпкой (рис. 1).

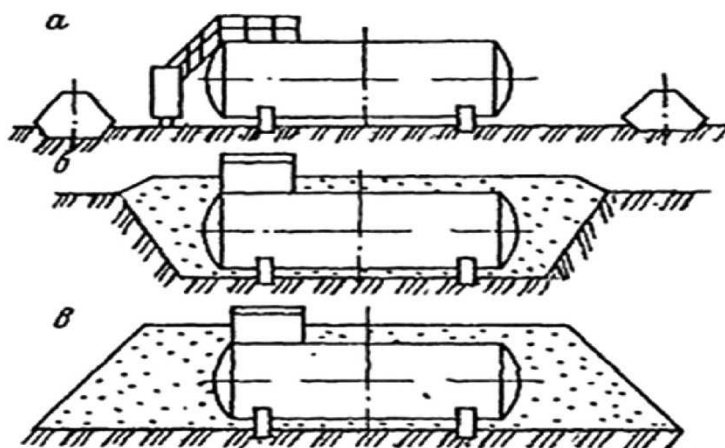


Рисунок 1 – Схемы установки цилиндрических резервуаров:

а) – надземный резервуар; б) – подземный резервуар; в) – резервуар с засыпкой

Горизонтальные цилиндрические резервуары имеют объем 25, 50, 100, 160, 175, 200 м³. каждый резервуар оборудован запорной арматурой, термометром, указателем уровня жидкой фазы, предохранительным клапаном, сигнализатором предельного уровня, вентиляционным люком, и люком для внутреннего осмотра резервуара.

Надземная установка резервуаров наиболее дешева, но давление в них изменяется в соответствии с температурой окружающей среды: растет днем и уменьшается ночью. Подземная установка резервуаров обеспечивает стабильность температуры и соответственно давления в них, но требует дополнительных затрат. Близкий результат достигается, если резервуар установить надземно и присыпать грунтом, но такой способ дешевле подземной установки.

Размещаются горизонтальные цилиндрические резервуары группами.

Сферические резервуары по сравнению с цилиндрическими требуют меньшего расхода металла на единицу объема емкости, благодаря меньшей площади поверхности и меньшей толщине стенки резервуара.

Сферические резервуары рассчитаны на давление 1,8 МПа, имеют объем до 4000 м³ и толщину стенки до 34 мм. Устанавливаются они только на поверхности земли.

Внешний вид сферического резервуара объемом 600 м³ для хранения сжиженного пропана показан на рисунке 2.

Резервуар сварен из блоков-лепестков и днищ заводского изготовления. Опирается он на трубчатые стойки, соединенные крестовыми связями. Для подъема на резервуар служит маршевая лестница, а для его обслуживания – площадка.

Конструкции хранилищ шахтного типа и в соляных пластах идентичны аналогичным хранилищам, применяемым для хранения нефтепродуктов.

В последнее время все большее применение получает хранение сжиженных углеводородных газов в низкотемпературных изотермических резервуарах при атмосферном давлении. Для этого температура СУГ должна составлять не более ($^{\circ}\text{C}$): н-бутана – минус 0,6; изобутана – минус 12; пропана – минус 42,1; этана – минус 88,5.

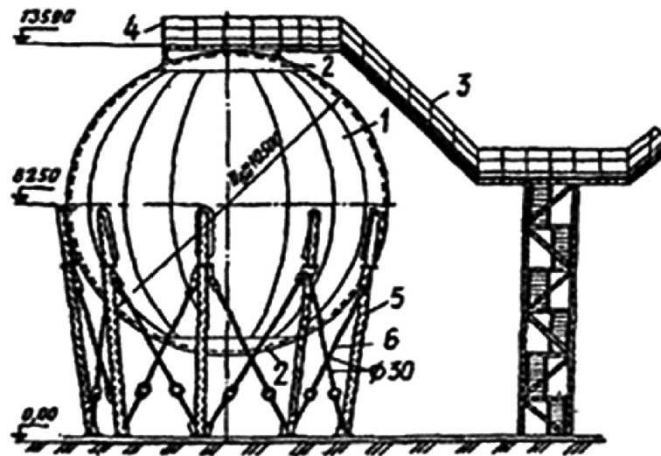


Рисунок 2 – Сферический резервуар для хранения сжиженного пропана:
1 – узел дыхательной арматуры; 2 – указатель уровня; 3 – прибор замера уровня и отбора проб продукта; 4 – быстродействующая задвижка; 5 – прямо-раздаточный патрубкок; 6 – дренажный кран

Принципиальная схема поддержания низкой температуры СУГ в резервуаре показана на рисунке 3.

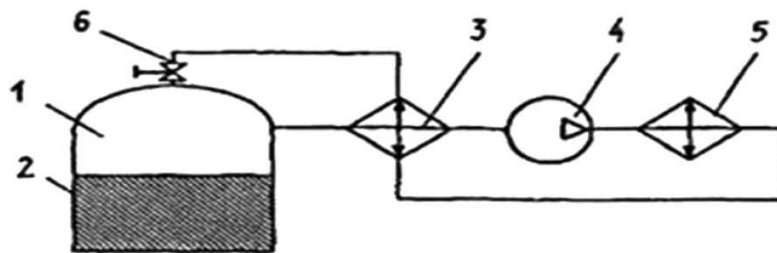


Рисунок 3 – Принципиальная схема поддержания низкотемпературного режима сжиженного газа

Она включает резервуар (1), снабженный тепловой изоляцией, теплообменник (3), компрессор (4), холодильник (5) и дроссельный вентиль (6). Работает система следующим образом: испаряющийся в результате притока тепла извне газ проходит теплообменник (3) и поступает на всасывание компрессора (4), где сжимается до 0,5–1 МПа, а затем подается в холодильник (5), где конденсируется при неизменном давлении. Сконденсированная жидкость дополнительно переохлаждается встречным потоком газа в теплообменнике (3) и затем дросселируется в вентиле (6) до давления в резервуаре (1). Получаемый при этом холод обеспечивает поддержание необходимой низкой температуры в нем.

Подсчитано, что при низкотемпературном хранении 0,5 млн т. СУГ за счет уменьшения толщины стенки экономия металла составляет 146 тыс. т., а эксплуатационные расходы уменьшаются на 30–35%.

Литература:

1. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.

2. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
3. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.
4. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
5. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
6. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доразработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технично-экономическое обоснование применения технологии зарезки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьягинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
9. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.
10. Шиян С.И., Ильинский К.А., Пашуренко И.О. Переработка отходов животноводческого комплекса как решение проблемы парникового эффекта и способ получения источника энергии // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 219–227.
11. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
12. Шиян С.И., Шутов Д.В., Кусова Л.Г. Оценка условий и выявление границ эффективного освоения энергетических ресурсов техногенных месторождений на примере низконапорного газа // Рассохинские чтения : материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – С. 280–287.
13. Анализ эффективности существующей системы очистки сточных вод и обоснование необходимости её модернизации на нефтебазе N / Д.Ю. Кирилкин [и др.] // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 190–200.
14. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

Literature:

1. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.

2. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
3. Batyrov M.I., Shiyan S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.
4. Antonov E.N., Shiyan S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.
5. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV11-2 facility of the Samotlor field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 2. – P. 55–72.
6. Shapkov E.N., Shiyan S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.
7. Shiyan S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 1. – P. 291–301.
8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
9. Goida A.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. The current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.
10. Shiyan S.I., Ilyinsky K.A., Pashurenko I.O. Waste processing of the livestock complex as a solution to the problem of the greenhouse effect and a method of obtaining an energy source // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 219–227.
11. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
12. Shiyan S.I., Shutov D.V., Kusova L.G. Assessment of conditions and identification of boundaries of effective development of energy resources of man-made fields by the example of low-pressure gas // Rassokhin readings : Materials of an international conference. – Ukhta, 2021. – Part 1. – P. 280–287.
13. Analysis of the effectiveness of the existing wastewater treatment system and justification of the need for its modernization at the oil depot N / D.Yu. Kirilkin [et al.] // Bulatov Readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 190–200.
14. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

СИСТЕМЫ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ

OIL PUMPING SYSTEMS

Малышкова Марина Леонидовна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
marmal2311@gmail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Данчина Яна Владимировна

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

Литвиненко Юлия Алексеевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
litvinenko.iulija@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены системы перекачки нефти в зависимости от технических возможностей нефтеперекачивающих станций.

Ключевые слова: нефтеперекачивающая система, резервуар, насос, нефть, станция, испарения, технологический участок, потери, перекачка.

Malyshkova Marina Leonidovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
marmal2311@gmail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Danchina Yana Vladimirovna

Student Training Direction 21.03.01 «The Oil and Gas Business»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
danchina_yana@mail.ru

Litvinenko Yulia Alekseevna

Student Training Direction 21.03.01 «The Oil and Gas Business»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
litvinenko.iulija@yandex.ru

Annotation. This article discusses oil pumping systems depending on the technical capabilities of oil pumping stations.

Keywords: oil pumping system, reservoir, pump, oil, station, evaporation, technological sector, losses, pumping.

В зависимости от оснащённости перекачивающих станций возможны четыре системы перекачки: постанционная, через резервуар насосной станции, перекачка с подключенным резервуаром и перекачка из насоса в насос.

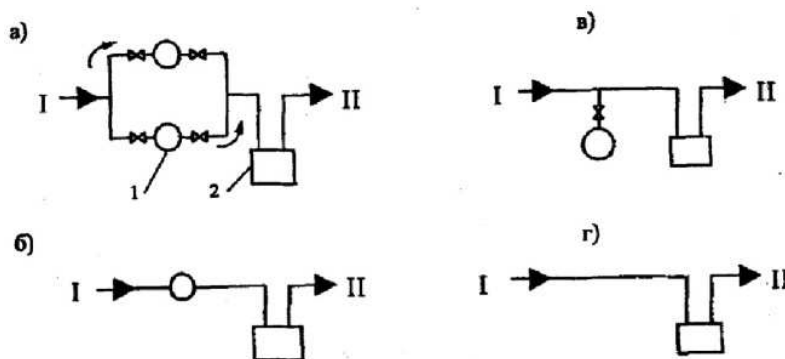


Рисунок 1 – Системы перекачки: а – постанционная; б – через резервуары НПС; в – с подключёнными резервуарами; г – из насоса в насос; I – резервуар; 2 – насосная станция; I – предыдущая НПС; II – последующая НПС

При постанционной перекачке (рис. 1, а) нефть поочерёдно принимают в один из резервуаров нефтеперекачивающей станции, а откачивают из другого. Эта система позволяет достаточно точно учитывать перекачиваемую нефть по замерам уровня в резервуарах. Основным недостатком системы – большие потери от испарения при заполнении опорожнении резервуаров (потери от «больших дыханий»), а также значительная металлоёмкость.

При перекачке через резервуар НПС (рис. 1, б) нефть от предыдущей станции поступает в резервуар, который служит буферной ёмкостью, и одновременно из него откачивается. Благодаря этому уменьшается перемещение уровня нефти в резервуарах и, соответственно, сокращаются потери от «больших дыханий». Кроме того, вследствие перемещения нефти в резервуаре потери от испарения также значительны.

При перекачке с подключённым резервуаром (рис. 1, в) нефть через резервуар не подходит, поскольку он соединён с отводом от всасывающей линии станции. уровень в резервуаре изменяется незначительно в зависимости от величины разности расходов, которые обеспечивают данная и предыдущая НПС. При равенстве этих расходов уровень нефти остается практически неизменным. При данной системе перекачки потери от «больших дыханий» снижаются ещё более значительно, так как уменьшается турбулентность нефти в резервуарах. Однако они всё равно имеют место.

Система перекачки из насоса в насос (рис. 1, г) осуществляется при отключённых резервуарах промежуточных НПС. Их используют только для приема нефти из

трубопровода в случае аварий или ремонта. При отключенных резервуарах полностью исключаются потери от испарения, так как используется подпор, передаваемый от предыдущей НПС. Однако работа НПС становится зависимой от работы других станций.

Первые три из вышеперечисленных систем перекачки – следствие применения поршневых насосов для транспорта нефти, поскольку при подключении резервуаров существенно уменьшается воздействие от гидравлического удара на трубопровод. При использовании центробежных насосов наиболее предпочтительна система перекачки из насоса с насос, так как она позволяет достичь полной синхронизации работы НПС.

Таким образом, система перекачки из насоса в насос является основной и наиболее широко используемой на промежуточных НПС, расположенных внутри технологических участков. Перекачка с подключённым резервуаром применяется на нефтеперекачивающих станциях, расположенных на границах соседних технологических участков. Головная перекачивающая станция магистрального нефтепровода всегда работает по системе постанционной перекачки, показанной на рисунке 2.

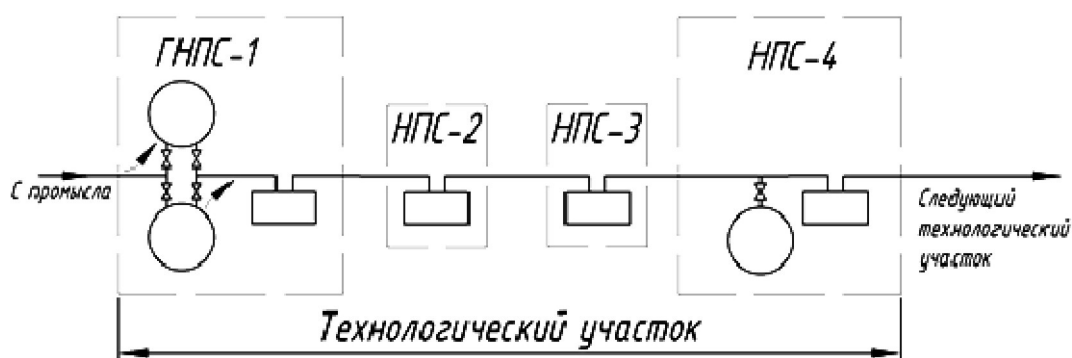


Рисунок 2 – Схема прохождения нефти по технологическому участку современного нефтепровода:

ГНПС-1 – головная нефтеперекачивающая станция;

НПС-2, НПС-3 – промежуточные нефтеперекачивающие станции;

НПС-4 – нефтеперекачивающая станция, которая располагается на границе технологических участков

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблей [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.
9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.
10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.
11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.
12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.
13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.
7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.
9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.
10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.
11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.
13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

ПРОТЕКТОРНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ

TREAD PROTECTION OF PIPELINES

Москвин Владислав Алексеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vlad.moskvin002@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Кореновский Глеб Игоревич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
korenovskiy.gleb@list.ru

Шавинян Давид Камоевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
shavinyan.01@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена протекторная защита трубопроводов, а также физико-химические характеристики материалов для изготовления протекторов.

Ключевые слова: протектор, токоотдача, трубопровод, коэффициент использования, проводник.

Moskvin Vladislav Alekseevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
vlad.moskvin002@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Korenovskiy Gleb Igorevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
korenovskiy.gleb@list.ru

Shavinyan David Kamoevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
shavinyan.01@mail.ru

Annotation. This article discusses the tread protection of pipelines, as well as the physico-chemical characteristics of materials for the manufacture of protectors.

Keywords: protector, current output, pipeline, utilization factor, conductor.

Протекторной называется защита металлических сооружений, при которой их катодная поляризация осуществляется присоединением к металлу, имеющему более электроотрицательный потенциал.

Принцип действия протекторной защиты аналогичен работе гальванического элемента (рис. 1).

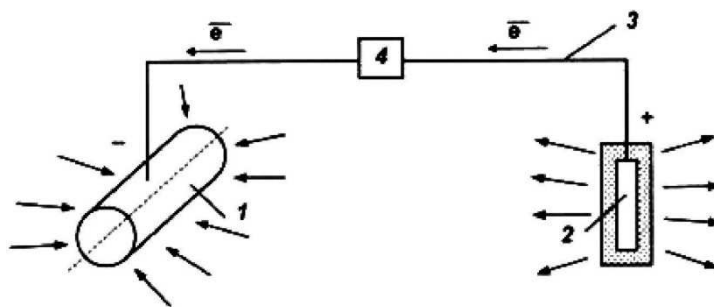


Рисунок 1 – Принципиальная схема протекторной защиты:

1 – трубопровод; 2 – протектор; 3 – проводник; 4 – контрольно-измерительная колонка

Два электрода: трубопровод (1) и протектор (2), изготовленный из более электроотрицательного металла, чем сталь, опущены в почвенный электролит и соединены проводником (3). Так как материал протектора является более электроотрицательным, то под действием разности потенциалов происходит направленное движение электронов от протектора к трубопроводу по проводнику (3). Одновременно ион-атомы материала протектора переходят в раствор, что приводит к его разрушению. Сила тока при этом контролируется с помощью контрольно-измерительной колонки (4).

Теоретически для защиты стальных сооружений от коррозии могут быть использованы все металлы, расположенные в электрохимическом ряду напряжений левее железа, так как они более электроотрицательны. Практически же протекторы изготавливаются только из материалов, удовлетворяющих следующим требованиям:

- разность потенциалов материала протектора и железа (стали) должна быть как можно больше;
- ток, получаемый при электрохимическом растворении единицы массы протектора (токоотдача), должен быть максимальным;
- отношение массы протектора, израсходованной на создание защитного тока, к общей потере массы протектора (коэффициент использования) должно быть наибольшим.

Данным требованиям в наибольшей степени удовлетворяют магний, цинк и алюминий, физико-химические характеристики которых приведены в таблице 1. Из нее видно, что отдать предпочтение какому-либо одному металлу трудно. Поэтому протекторы изготавливают из сплавов этих металлов с добавками, улучшающими работу протекторной защиты.

В зависимости от преобладающего компонента сплавы бывают магниевые, алюминиевые, цинковые. В качестве добавок используют марганец (способствует повышению токоотдачи), индий (препятствует образованию плотной окисной пленки на поверхности сплава, а значит, его пассивации) и другие металлы.

Протекторную защиту рекомендуется использовать в грунтах с удельным сопротивлением не более 50 Ом · м.

Применяют защиту протекторами, расположенными как поодиночке, так и группами. Кроме того, защита от коррозии трубопроводов может быть выполнена ленточными протекторами.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики материалов для изготовления протекторов

Показатели	Металл		
	Mg	Zn	Al
Равновесный электродный потенциал по нормальному водородному электроду сравнения, В	-2,34	-0,76	-1,67
Токоотдача, А ч/кг	2200	820	2980
Коэффициент использования, %	50	90	85

При проектировании протекторной защиты определяют расстояние L_{Π} между групповыми протекторными установками, необходимое число протекторов n_{Π} в группе и срок службы $\tau_{\Pi\Gamma}$ протекторной установки.

С достаточной для инженерных расчетов точностью расстояние между групповыми протекторными установками вычисляется по формуле

$$L_{\Pi} = \left(\frac{E_{\Pi}}{E_{\text{защ, min}}} - 1 \right) \cdot \frac{R_{\text{из. ср.}}}{R_{\Pi\Gamma}}, \quad (1)$$

где E_{Π} – потенциал протектора до подключения его к трубопроводу (для магниевых протекторов $E_{\Pi} = -1,6$ В по медносульфатному электроду сравнения);

$E_{\text{защ, min}}$ – минимальная величина защитного потенциала;

$R_{\Pi\Gamma}$ – сопротивление растеканию тока протекторной установки

$$R_{\Pi\Gamma} = \frac{R_{\Pi 1}}{n_{\Pi} \cdot \eta_{\text{ЭП}}}; \quad (2)$$

$R_{\Pi 1}$ – сопротивление растеканию одиночного протектора;

$\eta_{\text{ЭП}}$ – коэффициент, учитывающий взаимное экранирование протекторов в группе.

Сила тока в цепи протекторной установки при ее подключении к трубопроводу составляет

$$I_{\Pi} = \frac{|E_{\text{min}}|}{R_{\Pi\Gamma}} \cdot \left(1 - \frac{E_{\text{защ, min}}}{E_{\Pi}} \right). \quad (3)$$

Необходимое количество протекторов в группе вычисляется с запасом в 1,5 ... 2 раза

$$\eta_{\Pi} = (1.5 \dots 2) \cdot \frac{I_{\Pi}}{I_{\Pi 1}}, \quad (4)$$

где $I_{\Pi 1}$ – токоотдача одного протектора, для магниевых протекторов, $I_{\Pi 1} \approx 0,6/R_{\Pi 1}$.

Срок службы протекторной установки вычисляется по формуле

$$\tau_{\Pi\Gamma} = \frac{G_{\Pi} \cdot n_{\Pi} \cdot \eta_{\text{И}} \cdot \eta_{\Pi}}{I_{\Pi} \cdot q_{\Pi}}, \quad (5)$$

где G_{Π} – масса одного протектора;

$\eta_{\text{И}}$ – коэффициент его использования ($\eta_{\text{И}} = 0,95$);

η_{Π} – к.п.д. протектора, зависящий от анодной плотности тока;

q_{Π} – электрохимический эквивалент материала протектора (для магниевых протекторов $q_{\Pi} = 3,95$ кг/А · год).

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.
9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.
10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.
11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.
12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.
13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.
7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.
9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.
10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.
11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.
13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИНЫ

FEATURES OF WORK DURING WELL CONSTRUCTION

Мстоев Эльдар Элазович

студент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Крусь Игорь Сергеевич

студент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Ступкин Владимир Алексеевич

студент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Приходько Марина Геннадьевна

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные этапы строительства и мероприятия по контролю процесса сооружения скважины.

Ключевые слова: скважина, бурение, авария, обсадные колонны, гидравлическая программа, строительство, ОЗЦ, проектирование, план.

Mstoev Eldar Elazovich

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

Krus Igor Sergeevich

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

Stupkin Vladimir Alekseevich

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

Prihodko Marina Gennadyevna

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

Annotation. The article discusses the main stages of construction and measures to control the process of well construction.

Keywords: well, drilling, accident, casing strings, hydraulic program, construction, OZTs, design, plan.

Скважина любой категории должна закладываться за пределами охранных зон линий электропередачи, магистральных нефтегазопроводов, водозаборных, других промышленных и гражданских объектов. Основным документом на строительство скважины является рабочий проект, разработанный и утвержденный в соответствии с требованиями настоящих Правил, других нормативных документов, регламентирующих порядок проектирования.

Работы по строительству скважины могут быть начаты при выполнении следующих условий:

- наличие проектно-сметной документации, разработанной и утвержденной в установленном порядке;
- наличие транспортных магистралей, дорог, обеспечивающих круглогодичное сообщение с базами материально-технического обеспечения и местами дислокации производственных служб организации
- наличие согласования трасс транспортировки бурового оборудования
- наличие акта выноса местоположения скважины на местность
- заключение договоров на производство работ с подрядчиками (субподрядчиками), службами противофонтанной безопасности.

Пуск в работу буровой установки может быть произведен после полного завершения и проверки качества строительно-монтажных работ, обкатки оборудования при наличии укомплектованной буровой бригады по решению рабочей комиссии с участием представителя территориального органа Росгортехнадзора России. При бурении наклонно направленных и горизонтальных скважин должны контролироваться:

- 1) азимут и зенитный угол ствола скважины;
- 2) пространственное расположение ствола скважины;
- 3) взаимное расположение стволов бурящейся и ранее пробуренных соседних скважин.

Обсадные колонны в пределах интервала цементирования должны оснащаться элементами технологической оснастки, номенклатура и количество которых определяются рабочим проектом на бурение скважины, а места установки уточняются с учетом фактического состояния ствола скважины по материалам ГИС.

Режим спуска обсадных колонн и гидравлическая программа цементирования должны рассчитываться и осуществляться таким образом, чтобы обеспечить минимально возможную репрессию на продуктивные горизонты и не допускать осложнений, связанных с гидроразрывом пород и поглощением. В процессе цементирования должна обеспечиваться непрерывная приборная регистрация параметров, характеризующих этот процесс.

Направления и кондуктора цементируются до устья. В нижележащей части стратиграфического разреза цементированию подлежат:

- продуктивные горизонты, кроме запроектированных к эксплуатации открытым забоем;
- продуктивные отложения, не подлежащие эксплуатации, в том числе с непромышленными запасами;
- истощенные горизонты;
- напорные водоносные горизонты с коэффициентом аномальности более 1,3;
- водоносные проницаемые горизонты, находящиеся или планируемые к разработке;
- горизонты вторичных (техногенных) скоплений нефти и газа;
- интервалы, сложенные пластичными породами, склонными к деформациям;

– интервалы, породы которых или продукты их насыщения способны вызывать ускоренную коррозию обсадных труб.

Высота подъема тампонажного раствора по длине ствола скважины над кровлей продуктивных горизонтов, за устройством ступенчатого цементирования или узлом соединения секций обсадных колонн, а также за башмаком предыдущей обсадной колонны в нефтяных и газовых скважинах должна составлять соответственно не менее 150 и 500 м.

При включении в состав обсадных колонн межколонных герметизирующих устройств они должны располагаться на высоте не менее 75 м для нефтяных скважин и 250 м для газовых скважин выше башмака предыдущей обсадной колонны, устройства ступенчатого цементирования и узла соединения секций обсадных колонн. В таких случаях высота подъема тампонажного раствора ограничивается высотой расположения межколонного герметизирующего устройства. Не допускается приступать к оборудованию устья скважины до окончания затвердевания цементного камня и определения высоты подъема цемента за обсадной колонной.

Литература:

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

2. Разработка методики диагностирования узлов газоперекачивающего агрегата по данным вибродиагностики / А.А. Паранук [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 6–2. – С. 270–276.

3. Разработка методики диагностирования неисправности технического состояния подшипников скольжения ГПА / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2021. – № 7 (343). – С. 24–29.

4. Трубопроводный транспорт нефти и газа / П.С. Кунина [и др.] // Учебное пособие. – Майкоп, 2020. – С. 89–90.

5. Паранук А.А., Арашуков Р.М. Оптимизированная математическая модель расчета процесса образования гидратов в трубопроводах // Наука и техника в газовой промышленности. – 2018. – № 3 (75). – С. 96–101.

6. Поляков А.В., Приходько М.Г., Ханюченко Н.Д. Использование инновационного метода для изготовления, прототипирования и ремонта нефтегазопромыслового оборудования // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 2. – С. 162–166.

Literature:

1. Analysis of the composition of paint and varnish coatings for oil and gas equipment / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 281–284.

2. Development of methodology of diagnosing units gas compressor unit on the basis of vibrodiagnostic data / A.A. Paranuk [et al.] // Modern Science-Intensive Technologies. – 2021. – № 6–2. – P. 270–276.

3. Development of methodology of diagnosing the technical state failure of the sliding bearings of GPA / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2021. – № 7 (343). – P. 24–29.

4. Pipeline transportation of oil and gas / P.S. Kunina [et al.] // Training manual. – Майкоп, 2020. – P. 89–90.

5. Paranuk A.A., Arashukov R.M. Optimized mathematical model for calculating the process of hydrate formation in pipelines // Science and Technology in the Gas Industry. – 2018. – № 3 (75). – P. 96–101.

6. Polyakov A.V., Prikhodko M.G., Khanyuchenko N.D. The use of an innovative method for manufacturing, prototyping and repair of oil and gas field equipment // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the II International Scientific-Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 2. – P. 162–166.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ВТОРИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

THE MAIN METHODS OF SECONDARY DRILLING-IN OF PRODUCTIVE FORMATIONS AND THEIR FEATURES

Отаров Ануар Романович

магистрант
anuar.otar@yandex.ru

Гиляев Гани Гайсинович

доктор технических наук, профессор
кафедры нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный технологический университет
gggilaev@gmail.com

Аннотация. Одним из важнейших этапов строительства скважины является вскрытие пересекемых ею продуктивных пластов, подлежащих испытанию при разведке или освоению для промышленной эксплуатации. Различаются два основных этапа вскрытия пластов: вскрытие пласта бурением, начиная с момента входа долота в кровлю пласта и до достижения долотом его подошвы и вторичное вскрытие пласта перфорацией после крепления ствола скважины обсадной колонной и цементирования затрубного пространства. Вторичное вскрытие продуктивных пластов является одним из важнейших этапов строительства скважины, так как во многом от него зависит продуктивность скважины и в конечном итоге эффективность всей проделанной работы, так как некачественная перфорация чревата серьёзным осложнением дальнейших работ по разработке запасов углеводородов. В данной статье рассмотрены основные методы вторичного вскрытия пласта и особенности их реализации.

Ключевые слова: вторичное вскрытие продуктивного пласта, пулевая перфорация, кумулятивная перфорация, гидropескоструйная перфорация, механические методы вторичного вскрытия пласта.

Otarov Anuar Romanovich

Graduate Student,
anuar.otar@yandex.ru

Gilaev Gani Gaisinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Professor G.T. Vartumyan Chair of Oil and Gas,
Kuban State Technological University
gggilaev@gmail.com

Annotation. One of the most important stages of well construction is drilling into productive formations to be tested during exploration or development for commercial operation. There are two main stages of reservoir drilling-in: drilling-in, starting from the moment the bit enters the roof of the reservoir until the bit reaches the bottom of the reservoir, and secondary drilling-in by perforation after the wellbore is cased and the cementing of the annulus is completed. Secondary drilling-in is one of the most important stages of well construction, as it largely affects the productivity of the well and ultimately the efficiency of the entire work done, as poor perforation is fraught with serious complications for the further development of hydrocarbon reserves. In this article the main methods of secondary drilling-in and peculiarities of their implementation are considered.

Keywords: secondary opening of the productive formation, bullet perforation, cumulative perforation, sand jet perforation, mechanical methods of secondary opening of the formation.

Перфорация скважины является одной из наиболее важных и неотъемлемых операций при строительстве и разработке скважины. Разработка – это ключительный этап строительства скважины. Успех его последующей эксплуатации зависит от того, насколько хорошо можно обеспечить гидродинамическую связь между продуктивным пластом и скважиной на этапе строительства скважины. Процесс перфорации заключается в создании отверстий в стенках обсадной колонны и цементного камня, а также призабойной части пласта. Первоочередной и основной задачей процесса перфорации является обеспечение надежной гидродинамической связи между продуктивным пластом и скважиной без отрицательного влияния на свойства пласта-коллектора, без разрушения при этом обсадной колонны. Качество вскрытия пласта играет почти решающую роль в эффективности последующей эксплуатации скважин. От этого зависит дальнейшая нефтеотдача скважины, срок строительства и освоения, выбор необходимых методов интенсификации притока и т.д.

Задачей вторичного вскрытия пласта является установление надежного канала связи между обсаженной скважиной и продуктивным пластом. Для достижения данной цели в настоящее время в нефтепромысловой практике разработан и применяется широкий спектр различных механизмов, наиболее широкое распространение среди которых получили прострелочно-взрывные и гидравлические перфораторы, намного реже используются или находятся на стадии теоретического изучения перфораторы физико-химического действия (рис. 1).

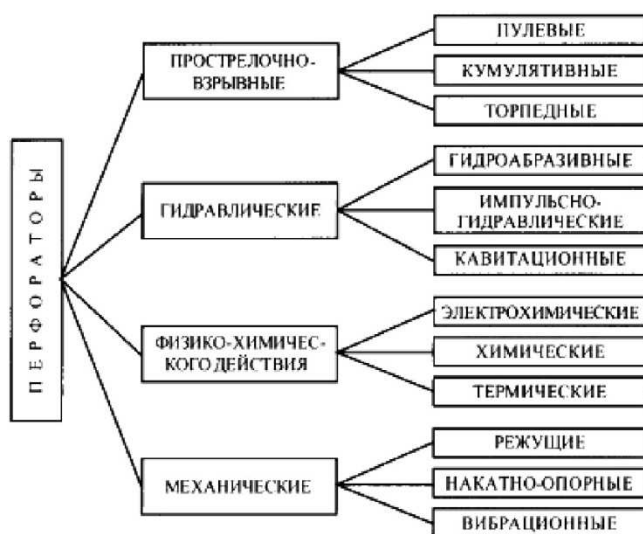


Рисунок 1 – Классификация перфораторов

В целом, при вторичном вскрытии пластов перфорацией требуется преодолеть слой скважинной жидкости (5–10 мм), стенку обсадной трубы (6–12 мм), толщину цементного камня (в зависимости от фактического диаметра скважины 25–50 мм и более), а также толщину призабойной зоны продуктивного пласта, которая, в зависимости от типа коллектора и влияния на него негативных факторов бурового отверстия, может составлять от 40–50 до 100–150 мм и более.

В настоящее время наиболее распространенной технологией является кумулятивная перфорация, с помощью которой осуществляется более 90 % работ по вторичному вскрытию пластов в скважинах с температурой на забое до 270 °С и пластовым давлением

до 150 МПа. При кумулятивной перфорации, осуществляемой за счёт кумулятивного эффекта, создаваемой струёй продуктов взрыва, вырабатывается огромная направленная пробивающая сила. Скорость струи составляет 9000 м/с, а ударный эффект достигает 20 000–30 000 МПа. Ударная волна, из-за резко отличающейся жесткости и пластичности материалов обсадной колонны и цементного камня, ухудшает адгезию цемента к обсадной колонне и может вызвать образование больших трещин в цементном кольце. В результате может наблюдаться преждевременное обводнение продукции скважины, для предотвращения которой иногда нижние каналы перфорации выполняют на 4–6 м выше водонефтяного контакта. Для предотвращения образования трещин в некоторых случаях также используются специальные гасители взрывных волн.

Механизм образования кумулятивной струи заключается в следующем. Когда взрывчатое вещество в виде цилиндрического заряда взрывается, оно почти мгновенно превращается в газообразные продукты, которые разлетаются во все стороны в направлениях, перпендикулярных поверхности заряда. Суть кумулятивного эффекта заключается в том, что газообразные продукты детонации части заряда, называемой активной частью и движущейся в направлении оси заряда, концентрируются в мощный поток, который называется кумулятивной струей. Если выемка в заряде облицована тонким слоем металла, то при детонации заряда вдоль его оси образуется кумулятивная струя, состоящая не только из газообразных продуктов, но и из размягченного металла, который выделяется из металлической облицовки.

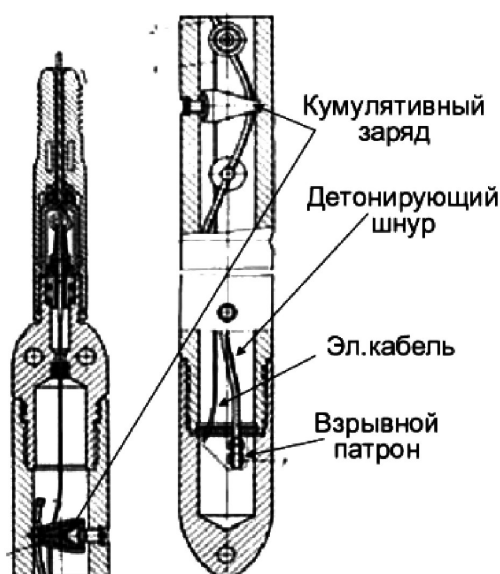


Рисунок 2 – Схема корпусного кумулятивного перфоратора

Следует добавить, что при разрушении металлической облицовки только 10 % ее массы переходит в кумулятивную струю от детонации заряда. Остальная его часть образуется в сигарообразном стержне-пестике, который движется со скоростью около 1000 м/с. Обладая меньшей кинетической энергией и большим диаметром, чем основная часть струи, вредитель может застрять в уже сформированном канале и частично или даже полностью забить его. Около 15 % всех перфорационных каналов полностью заблокированы пестиком, застрявшим в корпусе.

При использовании кумулятивной перфорации частицы цементного камня, перфорирующей среды, фрагменты меди, свинца и т.д. попадают в каналы перфорации и оседают на их стенках, кольматируя их. Кроме того, за счет упругопластической деформации уплотняются стенки самих перфорационных каналов. Все это приводит к снижению проницаемости стенок образующихся каналов.

Ещё одним видом прострелочно-взрывной перфорации является пулевая. Данный вид перфорации осуществляется путем прострела из пулевых перфораторов, в корпус которых встроены пороховые заряды с пулями. Пулевой перфоратор спускается на геофизическом кабеле в интервал продуктивного пласта. После получения электрического импульса с поверхности, заряды взрываются, передавая пулям высокую скорость и пробивную способность, и создаются перфорационные каналы в системе «скважина-пласт».

Диаметры отверстий в зависимости от типа перфоратора составляют 11 мм, 12 мм, 20 мм, 22 мм. Пули в перфораторах простреливаются из прямолинейного горизонтального (типа АПХ) или вертикально-наклонного (типа ПВН) стволов перфоратора.

При этом, глубина создаваемых перфорационных каналов перфораторами с прямолинейным горизонтальным стволом, в основном, небольшая и составляет 50–70 мм.

Пулевая перфорация осуществляется в основном вертикально-наклонными перфораторами (типа ПВН), в которых длина создаваемых каналов за счет вертикально-наклонного ствола увеличена. Например, для ПВН-90 длина перфорационных каналов составляет 140 мм.

При этом, в результате пулевого прострела, осуществляется воздействие на обсадную колонну и зацементированное затрубное пространство, что необходимо учитывать при планировании проведения пулевой перфорации, на основе данных геологического строения продуктивной залежи и характеристик близкорасположенных пластов.

Общим недостатком прострелочно-взрывного типа перфорации является возникновение и воздействие больших ударных нагрузок на обсадную колонну и цементный камень, приводящих к нарушению их целостности, а также повышенные требования безопасности при проведении перфорационных работ, хранении и транспортировке взрывчатых материалов.

С начала 60-х годов в отечественной нефтегазовой промышленности и за рубежом начал применяться метод гидроабразивной (гидропескоструйной) перфорации. Способ основан на гидроабразивном эффекте, при котором жидкость, содержащая твердые абразивные частицы, прокачивается под высоким давлением через специальное устройство – гидроперфоратор, оснащенный соплами (гидромониторными насадками), и прорезает отверстия в колонне, цементном камне и породе пласта-коллектора. При этом глубина перфорационных каналов при использовании точечной гидроабразивной перфорации в условиях скважины может достигать 100–150 мм при скоростях потока струи из гидронасадок 150–200 м/с и более. Продолжительность формирования одного перфорационного канала достигает 40 минут и более. Общая длина канала составляет до 500 мм. Известны также случаи успешной перфорации двойных обсадных колонн. Целостность цементного камня и герметичность обсадной колонны при этом практически полностью сохраняются. При использовании жидкостей на углеводородной основе в качестве рабочей среды исключается снижение проницаемости скважинной зоны пласта (ПЗП) от загрязнения водной инфильтрацией промысловой жидкости. Общая схема проведения гидропескоструйной перфорации представлена на рисунке 3.

Конструкция гидроперфоратора в виде зонда (гибкого шланга) с насадкой позволяет создавать перфорационные каналы (с точечной перфорацией) большей длины. К примеру, лабораторные и полевые испытания, проведенные в объединении «Краснодарнефтегаз», показали, что таким способом в пласте могут быть получены каналы глубиной более 1 м.

Однако гидроабразивная перфорация используется достаточно редко из-за отсутствия высокопроизводительного и надежного оборудования, интенсивного износа рабочих полостей насоса и насосно-компрессорных труб абразивной струей жидкости, высокой стоимости работ, аварий и ограничений по глубине. В основном этот метод

перфорации используется в тех случаях, когда другие методы вторичного вскрытия пласта (пулевые, кумулятивные) оказались неэффективными.

В последнее время также активизировались работы по созданию перфораторов механического типа с рабочим (режущим) элементом в виде: сверла или коронки, фрезерного (продольно или поперечно расположенного) диска, конической (пальцевой) концевой фрезы, зубчатой цепи и др. Привод рабочего органа может быть механическим, электрическим, гидравлическим, пневматическим, путем создания давления в колонне труб, от возвратно-поступательного движения или вращения колонны и т.д.

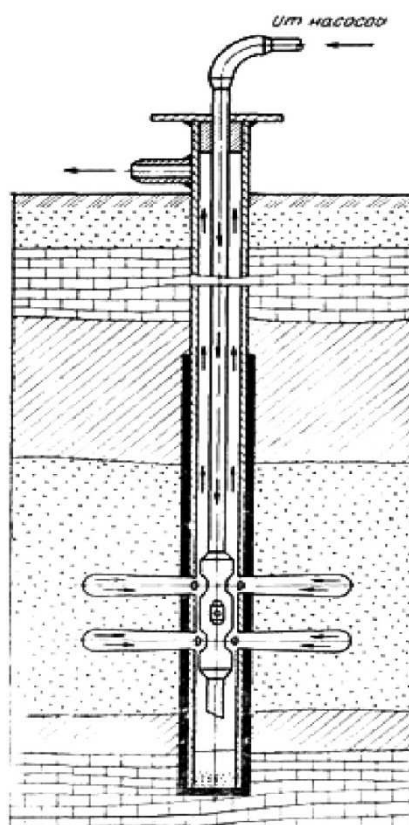


Рисунок 3 – Схема гидрокоструйной перфорации скважины

По сравнению с широко используемыми методами перфорации (кумулятивными, пулевыми, гидрокоструйными) перфораторы механического типа обладают следующими преимуществами:

- исключение деформации и разрушения обсадных труб (отсутствие взрывной волны);
- возможность создания перфорационных каналов при сохранении целостности цементного камня (без образования трещин в цементном кольце);
- предотвращение загрязнения (кольматации) открытых радиальных каналов;
- значительно меньшее гидравлическое сопротивление скважинной зоны пласта и, соответственно, более высокая возможная производительность скважины;
- возможность выборочного вскрытия маломощных и малопроницаемых пластов и пропластков;
- более высокая степень безопасности, поскольку взрывчатые вещества не используются;
- возможность проведения перфорационных работ в любое время суток.

Данный метод перфорации является относительно новым и выполняется сверлящим перфоратором, который по своей сути является электродрелью. Этот перфورا-

тор представляет собой корпус с электродвигателем. Сверло расположено горизонтально в корпусе. В связи с этим производительность сверла определяется диаметром корпуса, которого в некоторых случаях недостаточно.

При этом методе вторичное вскрытие осуществляется сверлением отверстий диаметром 14–16 мм; при сверлении обсадной колонны давление на цементный камень практически нет, и он не повреждается. При соответствующем выходе сверла просверливаются не только обсадная колонна и цементный камень, но и часть горной породы. Поверхность такого канала является гладкой, а горная порода не уплотненной.

Из опыта промышленного использования сверлящих перфораторов, можно вывести, что они не повреждают цементного камня и не нарушают герметичности колонного пространства, позволяя эффективно вскрывать продуктивные горизонты вблизи водонефтяного контакта, избегая преждевременного обводнения скважин, которое неизбежно при взрывных методах. Недостатком сверлящего перфоратора является ограниченный выход сверла. Это не всегда обеспечивает эффективное вскрытие, особенно при эксцентричном расположении обсадной колонны в цементном камне, что характерно для наклонно-направленных скважин.

Рассмотрев различные методы вторичного вскрытия продуктивных пластов, можно сказать, что основная доля подобных операций осуществляется с применением кумулятивной перфорации. Это связано в первую очередь с простотой и достаточной изученностью данного метода, а также его относительной дешевизной. Однако применение прострелочно-взрывного типа перфорации имеет ряд серьёзных недостатков, основным из которых является возникновение и воздействие больших ударных нагрузок на обсадную колонну и цементный камень, приводящих к нарушению их целостности, что в свою очередь приводит к обводнению скважины. В связи с этим в настоящее время всё больше внимания уделяется созданию и усовершенствованию «щадящих» методов перфорации обсадных колонн, среди которых большой перспективой развития обладают методы гидропескоструйной и механической перфорации, лишённые подобного недостатка.

Литература:

1. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП для разработки низкопроницаемых пластов Приобского месторождения / Г.Г. Гилаев [и др.] // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». – 2012. – С. 22–26.
2. Нефтяные залежи в карбонатных отложениях фаменского яруса Самарской области: история открытия и перспективы поиска / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2013. – № 10. – С. 38–40.
3. Повышение эффективности использования химических реагентов в ОАО «НК «Роснефть» / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2012. – № 11. – С. 22–24.
4. Гилаев Г.Г., Горбунов В.В., Генъ О.П. Внедрение новых технологий повышения эффективности работы скважин на месторождениях ОАО «НК «Роснефть»-Краснодарнефтегаз // Нефтяное хозяйство, 2005.
5. Начало нового этапа в освоении месторождений высоковязких нефтей и природных битумов в России / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2011. – № 6. – С. 6–9.
6. Гилаев Г.Г. Развитие теории и практики добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов на сложнопостроенных месторождениях // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Тюмень, 2004.
7. Система бюджетирования на предприятии как инструмент управления / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 10. – С. 16–18.
8. Вопросы эксплуатации пескопроявляющих пластов. Влияние пластового давления на вынос песка из коллектора при эксплуатации добывающих скважин / В.Ю. Близииков [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2010. – С. 11–22.

9. Применение термостойких жидкостей глушения на основе нефтяных эмульсий / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 8. – С. 64–67.
10. Гидравлический разрыв пласта как инструмент разработки месторождений Самарской области / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2014. – № 11. – С. 65–69.
11. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.
12. Гилаев Г.Г., Хабибуллин М.Я., Гилаев Г.Г. Перспективы применения кислотного геля для закачки проппанта в процессе проведения гидроразрыва карбонатных пластов на территории самарской области, Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 8. – С. 54–57.
13. Близнюков В.Ю., Гилаев Г.Г. Анализ нарушений эксплуатационных колонн при разборке песко-проявляющих продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми давлениями // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 50–54.
14. Влияние физико-механических свойств пласта и падения пластового давления на пескопроявление / В.Ю. Близников [и др.] // Инженер-нефтяник, 2010. – № 3. – С. 5–9.
15. Гилаев Г.Г. Управление технологическими процессами по интенсификации добычи нефти // Нефтяное хозяйство, 2004. – № 10. – С. 74–77.
16. Гилаев А.Г. Исследование влияния выноса мелких частиц продуктивного пласта на изменение нефтеотдачи низкопроницаемых коллекторов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук. – М., 2012.
17. Хабибуллин М.Я. Совершенствование очистки насосов для добычи нефти от механических примесей // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 29–33.
18. Гилаев Г.Г. Методы борьбы с основными видами осложнений при эксплуатации скважин // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 4. – С. 62–66.
19. Методы борьбы с пескопроявлениями в эксплуатационных скважинах / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2021. – Т. 19. – № 5. – С. 119–127.
20. Пескопроявление в добывающих скважинах и нарушение обсадных колонн. Оценка закономерностей распределения пластовых, поровых давлений по разрезу скважин сладковско-морозовской группы месторождений / В.Ю. Близников [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 1. – С. 17–22.
21. Диагностирование глубинно-насосных скважин динамометрированием / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Ижевск, 2008.
22. Гилаев Г.Г., Сулейманов Р.И. Совершенствование оборудования для термокислотного импульсного воздействия // В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле – 2020. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 361–367.
23. Гилаев Г.Г., Сулейманов Р.И. Оборудование для термокислотного импульсирования // В сборнике: современные технологии в нефтегазовом деле – 2020. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 341–345.
24. Гилаев Г.Г. Методы борьбы с основными видами осложнений при эксплуатации скважин // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 4. – С. 62–66.
25. Состав для кислотной обработки призабойной зоны пласта / Н.А. Останков [и др.] // Патент на изобретение RU 2641044 C1, 15.01.2018. Заявка № 2017100423 от 09.01.2017
26. Толковый словарь по термическим методам воздействия на нефтяные пласты / Д.Г. Антониади [и др.]. – Краснодар, 2002.

Literature:

1. Application of horizontal wells with multiple fracturing for development of low-permeability reservoirs of Priobskoye field / G.G. Gilaeв [et al.] // Scientific and Technical Bulletin of OJSC «NK Rosneft». – 2012. – P. 22–26.
2. Oil deposits in the carbonate deposits of the Famensky tier of the Samara region: the history of discovery and prospects of search / G.G. Gilaeв [et al.] // Oil industry, 2013. – № 10. – P. 38–40.
3. Improving the efficiency of the use of chemical reagents in OAO NK Rosneft / G.G. Gilaeв [et al.] // Oil Economy, 2012. – № 11. – P. 22–24.
4. Gilaeв G.G., Gorbunov V.V., Gen O.P. Introduction of new technologies of well operation efficiency increasing in oilfields of OAO NK Rosneft Krasnodarneftegaz // Oil sector, 2005.
5. The beginning of a new stage in development of high-viscosity oil and natural bitumens in Russia / G.G. Gilaeв [et al.] // Oil economy, 2011. – № 6. – P. 6–9.
6. Gilaeв G.G. development of the theory and practice of extraction of unconventional hydrocarbons in complex fields // Thesis for the degree of doctor of technical science, Tyumen, 2004.
7. Budgeting system at the enterprise as a management tool / G.G. Gilaeв [et al.] // Oil economy, 2009. – № 10. – P. 16–18.
8. Issues of Exploitation of Sand Producing Formations. Influence of reservoir pressure on the sand outflow from the reservoir during operation of producing wells / V.Y. Bliznikov [et al.] // Engineer neftyanik. – 2010. – P. 11–22.
9. Application of heat-resistant silencing fluids based on petroleum emulsions / G.G. Gilaeв [et al.] // Oil economy, 2009. – № 8. – P. 64–67.
10. Hydraulic fracturing as a tool for developing fields of Samara region / G.G. Gilaeв [et al.] // Oil industry, 2014. – № 11. – P. 65–69.
11. Gilaeв G.G. Research and development of a complex of technologies for isolation of water flows during the construction and operation of wells // Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
12. Gilaeв G.G., Khabibullin M.Ya., Gilaeв G.G. Prospects of application of acid gel for proppant injection during hydraulic fracturing of carbonate formations in Samara region, Neftyanoye ekonomika. – 2020. – № 8. – P. 54–57.
13. Bliznyukov V.Y., Gilaeв G.G. Analysis of violations of production strings during disassembly of sand-producing formations with abnormally high reservoir pressures // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 50–54.
14. Influence of physical and mechanical properties of the reservoir and reservoir pressure drop on sand-rolling / V.Yu. Bliznikov [et al.] // Engineer-oilman, 2010. – № 3. – P. 5–9.
15. Gilaeв G.G. Management of technological processes on intensification of oil production // Oil economy, 2004. – № 10. – P. 74–77.
16. Gilaeв A.G. Study of influence of fine particles removal of productive formation on change in oil recovery of low-permeability reservoirs. D. thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences // Institute of Mechanical Engineering named after A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences. A. Blagonravov Russian Academy of Sciences. – M., 2012.
17. Khabibullin M.Y. Improvement of pump cleaning for oil production from mechanical impurities // Equipment and technology for the oil and gas complex. – 2017. – № 6. – P. 29–33.
18. Gilaeв G.G. Methods of struggle against the main types of complications at the exploitation of wells. – 2020. – P. 62–66.
19. Methods of struggle with sand occurrence in production wells / G.G. Gilaeв [et al.] // Neftegazovoye Delo. – 2021. – Vol. 19. – № 5. – P. 119–127.

20. Estimation of Laws of Distribution of Reservoir and Pore Pressures in the Well Section of the Sladkovo-Morozov Group of Fields / V.Y. Bliznyukov [et al.] // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. – 2010. – № 1. – P. 17–22.
21. Diagnosing of deep pumping wells by dynamometer / G.G. Gilaev [et al.]. – Izhevsk, 2008.
22. Gilaev G.G., Suleymanov R.I. Improvement of Equipment for Thermal Acid Pulse Impact // In the collection: advanced technologies in oil and gas field – 2020. Collection of papers of the international scientific and technical conference. – 2020. – P. 361–367.
23. Gilaev G.G., Suleymanov R.I. Equipment for thermo-acid pulsing // In sbornik: Modern technologies in oil and gas business – 2020. Collection of papers of the International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 341–345.
24. Gilaev G.G. Methods for fighting with the main types of complications during exploitation of wells // Oil economy, 2020. – № 4. – P. 62–66.
25. Composition for acid treatment of bottomhole formation zone / N.A. Ostankov [et al.] // Patent for the invention RU 2641044 C1, 15.01.2018. Application № 2017100423 of 09.01.2017.
26. Glossary of thermal methods of oil reservoir exposure / D.G. Antoniadi [et al.]. – Krasnodar, 2002.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТВОРИМЫХ ШАРОВ В КАЧЕСТВЕ ПОТООТКЛОНИТЕЛЕЙ ПРИ ПОИНТЕРВАЛЬНОМ ГРП

HYDRAULIC FRACTURING TECHNOLOGY AND THE USE OF SOLUTION BALLS AS A FLOW DIVERTER FOR INTERVAL FRACTURING

Отаров Ануар Романович

магистрант

anuar.otar@yandex.ru

Гиляев Гани Гайсинович

доктор технических наук, профессор

кафедры нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,

Кубанский государственный технологический университет

gggilaev@gmail.com

Аннотация. Эффективность добычи углеводородов из продуктивных пластов современными, промышленно освоенными методами разработки на сегодняшний день считается неудовлетворительной. В связи с этим всё более актуальными становятся задачи применения технологий, позволяющих повысить нефтеотдачу уже разрабатываемых пластов, на которых становится невозможно добывать значительные остаточные запасы нефти традиционными методами. В этих условиях всё большее внимание уделяется разработке и внедрению методов интенсификации притока углеводородов в скважину, одним из самых эффективных среди которых является проведение гидроразрыва пласта.

В данной статье рассмотрена технология проведения гидроразрыва пласта, а также метод проведения поинтервального ГРП с применением растворимых полимерных шаров в качестве потокоотклонителей.

Ключевые слова: интенсификация притока, гидравлический разрыв пласта, поинтервальный ГРП, потокоотклоняющие шары, стадии гидроразрыва пласта.

Otarov Anuar Romanovich

Graduate Student,

anuar.otar@yandex.ru

Gilaev Gani Gaisinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Professor G.T. Vartumyan Chair of Oil and Gas,

Kuban State Technological University

gggilaev@gmail.com

Annotation. The efficiency of hydrocarbon production from productive formations by modern, industrially developed methods of development today is considered unsatisfactory. In this connection, the tasks of application of technologies allowing to increase oil recovery of already developed reservoirs, where it becomes impossible to produce significant residual oil reserves by traditional methods, become more and more urgent. Under these conditions more and more attention is paid to the development and introduction of methods of hydrocarbon inflow intensification into a well, hydraulic fracturing being one of the most effective among them.

In this article we consider the technology of hydraulic fracturing, as well as the method of interval fracturing with the use of soluble polymer balls as flow diverters.

Keywords: flow stimulation, hydraulic fracturing, interval fracturing, flow-deflecting balls, stages of hydraulic fracturing.

В настоящее время в нефтегазовой промышленности все большее значение получает разработка трудноизвлекаемых запасов нефти, приуроченных к низкопроницаемым, плохо дренируемым, неоднородным и расчлененным по своей структуре коллекторам. Одним из наиболее эффективных методов повышения продуктивности скважин, вскрывающих такие пласты и повышающих интенсивность извлечения нефти из них, является технология проведения гидроразрыва пласта. Сущность метода гидроразрыва пласта заключается в создании (раскрытии), развитии и последующем закреплении трещин в призабойной зоне пласта, обеспечивая их высокую пропускную способность. Жидкости, с помощью которых производится образование и раскрытие трещин называются жидкостями гидроразрыва.

Гидравлический разрыв пласта проводится для повышения проницаемости призабойной зоны пласта, для создания условий, облегчающих поступление пластового флюида в добывающую скважину или, соответственно, увеличения приемистости при эксплуатации нагнетательной скважины. Во время гидравлического разрыва пласта расширенные старые и образовавшиеся новые трещины служат каналами, для потока пластовой жидкости имеющими при этом меньшие гидравлические сопротивления. В основе технологии гидроразрыва лежит механическое разрушение породы продуктивного пласта, под давлением закачиваемой в него жидкости. Чтобы сохранить образовавшиеся трещины и предотвратить их захлопывание после снижения давления, в них закачивают крупнозернистый песок или иной проппант.

Метод гидроразрыва пласта имеет множество технологических модификаций, обусловленных особенностями конкретного объекта разработки и поставленной цели. Технологии гидроразрыва различаются, прежде всего, объемами и скоростями закачки, и свойствами технологических жидкостей, количеством заклинивающего агента, вводимого в пласт, и т.д. Технологическая эффективность (увеличение расхода нефти) определяется длиной (глубиной) и шириной образующихся трещин. Оптимальная длина трещины зависит от проницаемости коллектора: чем ниже проницаемость, тем длиннее должна быть трещина. Однако существуют ограничения на конфигурацию и протяженность трещин. Они обусловлены, прежде всего, наличием водонасыщенных участков в разрезе продуктивного горизонта, в связи с чем существует риск раннего обводнения скважины.

Основные требования к производству работ по гидравлическому разрыву пласта следующие:

- жидкость разрыва должна обладать низкой фильтруемостью, не поглощаться стенками трещины; высокой вязкостью и высокой стабильностью, чтобы создавать трещины большой проводимости и удерживать расклинивающий материал, быть совместимой с пластовыми флюидами и породой пласта-коллектора, не вызывая ее набухания; обладать низким гидравлическим сопротивлением и достаточной сдвиговой устойчивостью для обеспечения максимально возможной скорости нагнетания жидкости, обладать регулируемой способностью деструктурироваться в пластовых условиях, не образуя при этом нерастворимого твердого осадка, снижающего проводимость пласта; легко удаляться из пласта после проведения процесса;

- расклинивающий агент должен обладать средней или высокой прочностью. В качестве такого агента применяют искусственные среднепрочные по ТУ 39-014700-02-92 и высокопрочные по ТУ 39-1565-91 расклинивающие материалы (проппанты);

- концентрация проппанта в жидкости-носителе должна быть оптимальной для эффективного закрепления трещины; скорость закачки предпочтительнее иметь высокую для обеспечения коротких и широких трещин (оптимальное значение скорости закачки составляет 1,5–2,5 м³/мин);

- создание депрессий для освоения скважины должно происходить после полного смыкания трещин;
- после ГРП скважина должна выводиться на режим с постепенным увеличением депрессии.

Объемы закачки технологической жидкости определяются концентрацией проппанта и общим количеством проппанта, необходимым для получения трещин с требуемыми параметрами для данного объекта. На практике в качестве жидкости разрыва и жидкости-носителя проппанта в нефтяных скважинах используется гель на основе промысловой нефти. По данным опыта оптимальной считается концентрация проппанта 250 кг/м³. Следовательно, если имеется обоснование потребного количества проппанта для закрепления трещин на конкретной скважине, то можно легко определить общий объем потребного количества технологической жидкости.

Подготовительные работы к ГРП в нефтенасыщенном интервале продуктивного горизонта включают в себя:

1. Спуск механического скрепера на колонне НКТ до искусственного забоя с целью подготовки внутренней поверхности хвостовика для установки пакера.
2. Проработка скрепером внутренней поверхности хвостовика в интервале под установку пакера (на 30–40 м выше верхних отверстий перфорации).
3. Промывка скважины на забое солевым раствором до выхода на устье чистого раствора, но не менее двух циклов.
4. Подъем колонны НКТ со скрепером с постоянным доливом скважины.
5. Сборка и спуск пакера с якорем на колонне насосно-компрессорных труб. Привязка осуществляется по ГК и МЛМ. Спуск компоновки, включающей пакер, должен производиться со скоростью не более 0,1 м/сек.
6. Замена солевого раствора в колонне НКТ на жидкость ГРП.
7. Распакеровка пакера, исключая посадку пакера и якоря на муфту эксплуатационной колонны.
8. Проверка герметичности установленного пакера по затрубному давлению.
9. Монтаж фонтанной арматуры для проведения ГРП, установка предохранительного клапана на затрубье и его тарировка.
10. Опрессовка колонны НКТ совместно с фонтанной арматурой на давление приемистости пласта.
11. Демонтаж подъемной установки и оборудования.

Основными операциями процесса ГРП являются:

1. Расстановка технологического оборудования.
2. Проведение диагностического мини гидроразрыва пласта с целью определения приемистости пласта и выявления возможных осложнений из-за перфорации и при необходимости корректировка программы работ по проведению ГРП по полученным фактическим данным.
3. Приготовление геля на основе нефти (или иной жидкости разрыва) и расклинивающего агента (проппанта).
4. Проведение процесса гидроразрыва пласта согласно программе, скорректированной по результатам пробного гидроразрыва, с закачкой геля в трещины пласта с продавливанием по расчету.
5. Ожидание распада геля. Заключительные работы по окончании процесса ГРП. Демонтаж оборудования.
6. При наличии после ГРП остатков проппанта произвести нормализацию забоя.

При интенсификации добычи зачастую существует необходимость воздействия в разных интервалах пласта (то есть последовательной закачкой проппанта в каждый интервал – поинтервальный ГРП) (рис. 2).

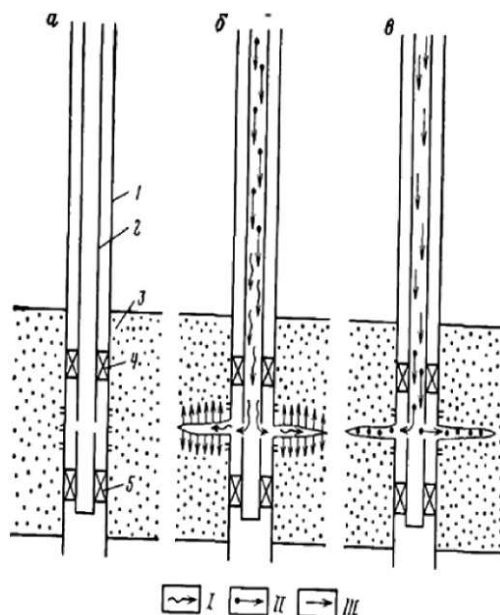


Рисунок 1 – Схема проведения гидравлического разрыва пласта:

а – установка пакера; б – создание трещин; в – закачка проппанта; 1 – эксплуатационная колонна; 2 – колонна НКТ; 3 – продуктивный пласт; 4 – верхний пакер; 5 – нижний пакер; I – жидкость разрыва; II – жидкость-песконоситель; III – продавочная жидкость

При проведении такой операции проводится перфорация нижнего интервала пласта с последующим ГРП, нормализация забоя (до установленной глубины), перфорация и обработка вышележащего интервала пласта, нормализация забоя. Однако данный подход имеет ряд недостатков, это:

1. Необходимость проведения последовательной перфорации.
2. Необходимость временной изоляции нижних интенсифицированных интервалов пласта. Для этого существует несколько способов, например, установка пакер-пробки или отсыпка проппантом.
3. Нижний интенсифицированный интервал значительное время остается без извлечения продуктов распада рабочей жидкости ГРП, что может негативно сказаться на проводящих свойствах созданной трещины.

Все эти способы предполагают дополнительные спускоподъемные операции (посадка и срыв пакера-пробки, промывка забоя), что влечет за собой увеличение времени работ.

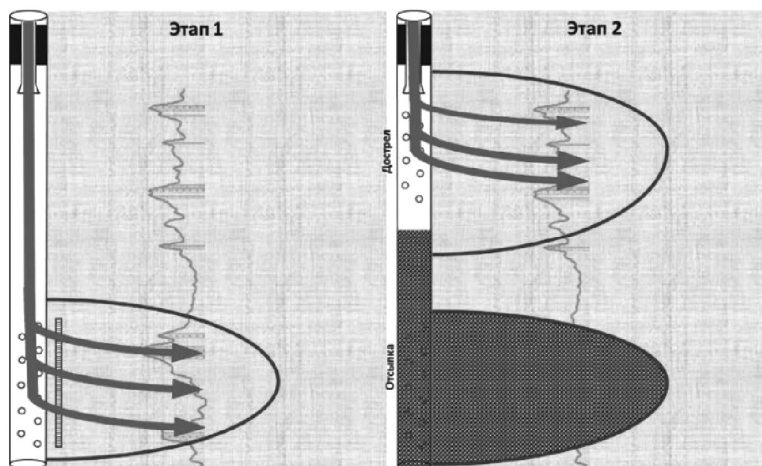


Рисунок 2 – Схема проведения поинтервального ГРП

Проведение стандартного ГРП с учетом различных фильтрационно-емкостных свойств и большого этажа нефтеносности пластов, с объединением их в единый интервал, не интенсифицирует ряд пропластков что подтверждается дизайном и результатом промыслово-геофизических исследований (профиль притока) после ГРП.

Проведение большеобъемного ГРП (БГРП) с развитием трещины ГРП на всю мощность пласта может повлечь подключение выше/нижележащих водоносных пластов (при их наличии), повышение стоимости ГРП (большая масса проппанта) и размещение части проппанта в непродуктивных зонах пласта, что сокращает эффективную массу (рис. 3).

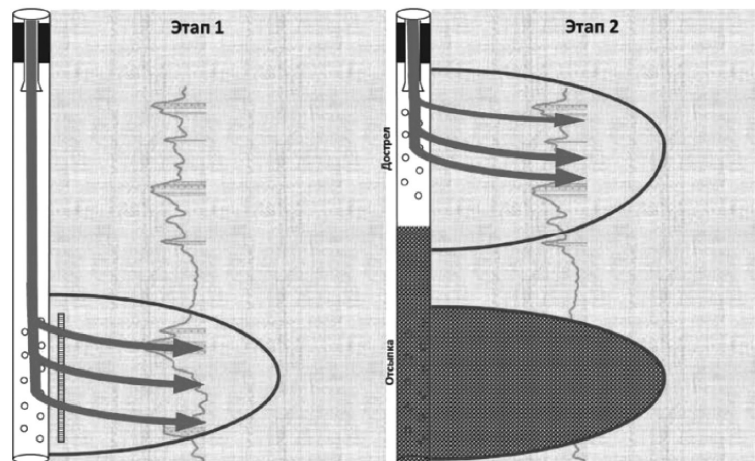


Рисунок 3 – Схема проведения большеобъемного ГРП

С целью оптимизации процесса ГРП разрабатываются технологии поинтервального ГРП с использованием растворимых шаров в качестве потокоотклонителей.

Данная технология направлена на снижение трудозатрат и сокращение времени на производство гидроразрыва пласта на объектах с несколькими разобщенными (неоднородными по характеристикам) продуктивными пластами, когда необходимо стимулировать каждый из них отдельно.

Основным элементом технологического процесса являются потокоотклоняющие шары, основной задачей которых является временная закупорка наиболее проницаемых перфорированных участков пласта, за счет чего происходит перераспределение потока и отклонение жидкости гидроразрыва в менее проницаемый, наиболее ограниченный интервал пласта.

Работа с использованием полимерных шаров проводится в несколько этапов. На первом этапе проппант закачивается в более проницаемый интервал коллектора. Вторым этапом является подача шариков на последней стадии гидроразрыва пласта. Шары подаются с помощью специального устройства, которое установлено в линии высокого давления в зоне между устьем скважины и обратным клапаном. Количество подаваемых шариков равно количеству отверстий для перфорации с запасом в 30 %.

Подача дополнительного количества шариков необходима для предотвращения таких рисков, как разрушение шарика, не попадающего в отверстие перфорации или вдавливание шара в призабойную зону. Когда шарики входят в интервал перфорации, скорость закачки уменьшается, после посадки шариков скорость закачки вновь выводится на прежний уровень. После того, как промежуток перфорации перекрыт шариками, как правило, наблюдается увеличение давления, что косвенно указывает на достижение цели.

На третьем этапе происходит закачка проппанта в следующий интервал обработки. При наличии дополнительных интервалов обработки процедура подачи шаров повторяется аналогично предыдущим. Весь процесс осуществляется непрерывно.

Потокоотклоняющие шарики представляют собой растворяющиеся непрозрачные белые или зеленые шарики правильной формы с гладкой поверхностью и специфическим запахом, состоящие из полимеров (полиэтиленоксида, полиоксипропилена и полиактидного полимера). Удельный вес шара составляет 1,10–1,30 г/см³. Таким образом, шарики тяжелее водных растворов и оседают в них.

При этом для применения данной технологии необходимо знать количество, диаметр перфораций и термобарические характеристики скважины. Необходимо, чтобы диаметр шарика превышал диаметр отверстия перфорации. Таким образом, рекомендуется использовать технологию в скважинах только с первичной перфорацией. Все эти условия необходимы для эффективного использования технологии.

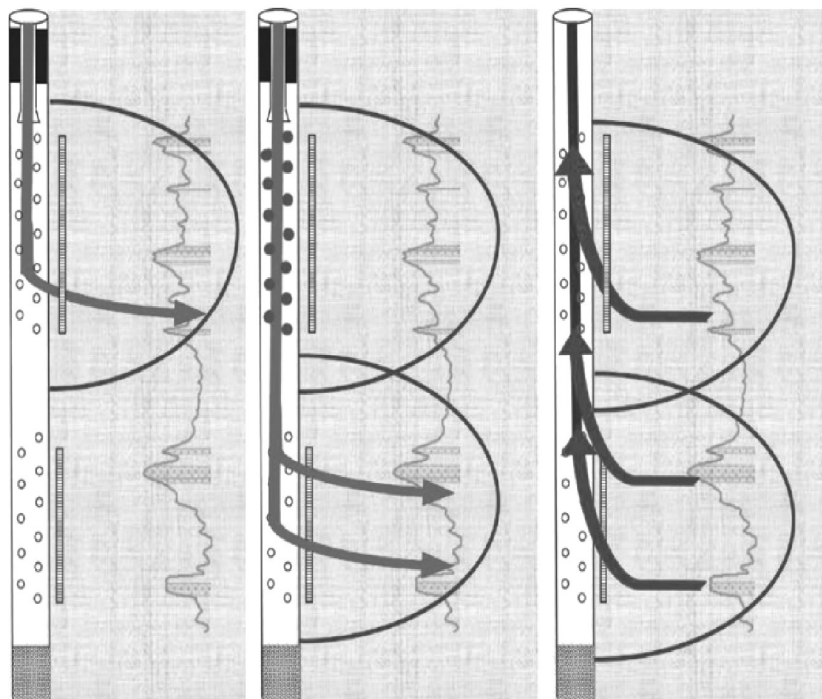


Рисунок 4 – Схема ГРП с использованием потокоотклоняющих шаров

Исходя из изложенного выше можно сделать вывод, что на современном этапе развития нефтегазовой промышленности всё более важное значение приобретают технологии интенсификации добычи нефти и газа. Одним из основных и наиболее эффективных методов является технология проведения гидравлического разрыва пласта. Существует много разных модификаций данного метода интенсификации притока, одним из которых является проведение поинтервального гидроразрыва пласта. В статье был рассмотрен один из способов упрощения данной операции с применением растворимых потокоотклоняющих шаров.

Литература:

1. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП для разработки низкопроницаемых пластов Приобского месторождения / Г.Г. Гилаев [и др.] // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». – 2012. – С. 22–26.
2. Нефтяные залежи в карбонатных отложениях фаменского яруса Самарской области: история открытия и перспективы поиска / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2013. – № 10. – С. 38–40.
3. Повышение эффективности использования химических реагентов в ОАО «НК «Роснефть» / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2012. – № 11. – С. 22–24.

4. Гилаев Г.Г., Горбунов В.В., Гень О.П. Внедрение новых технологий повышения эффективности работы скважин на месторождениях ОАО «НК «Роснефть»-Краснодарнефтегаз» // Нефтяное хозяйство, 2005.
5. Начало нового этапа в освоении месторождений высоковязких нефтей и природных битумов в России / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2011. – № 6. – С. 6–9.
6. Гилаев Г.Г. Развитие теории и практики добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов на сложнопостроенных месторождениях // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Тюмень, 2004.
7. Система бюджетирования на предприятии как инструмент управления / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 10. – С. 16–18.
8. Вопросы эксплуатации пескопроявляющих пластов. Влияние пластового давления на вынос песка из коллектора при эксплуатации добывающих скважин / В.Ю. Близииков [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2010. – С. 11–22.
9. Применение термостойких жидкостей глушения на основе нефтяных эмульсий / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 8. – С. 64–67.
10. Гидравлический разрыв пласта как инструмент разработки месторождений Самарской области / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2014. – № 11. – С. 65–69.
11. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.
12. Гилаев Г.Г., Хабибуллин М.Я., Гилаев Г.Г. Перспективы применения кислотного геля для закачки проппанта в процессе проведения гидроразрыва карбонатных пластов на территории самарской области, Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 8. – С. 54–57.
13. Близииков В.Ю., Гилаев Г.Г. Анализ нарушений эксплуатационных колонн при разборке песко-проявляющих продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми давлениями // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 50–54.
14. Влияние физико-механических свойств пласта и падения пластового давления на пескопроявление / В.Ю. Близииков [и др.] // Инженер-нефтяник, 2010. – № 3. – С. 5–9.
15. Гилаев Г.Г. Управление технологическими процессами по интенсификации добычи нефти // Нефтяное хозяйство, 2004. – № 10. – С. 74–77.
16. Гилаев А.Г. Исследование влияния выноса мелких частиц продуктивного пласта на изменение нефтеотдачи низкопроницаемых коллекторов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук. – М., 2012.
17. Хабибуллин М.Я. Совершенствование очистки насосов для добычи нефти от механических примесей // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 29–33.
18. Гилаев Г.Г. Методы борьбы с основными видами осложнений при эксплуатации скважин // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 4. – С. 62–66.
19. Методы борьбы с пескопроявлениями в эксплуатационных скважинах / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2021. – Т. 19. – № 5. – С. 119–127.
20. Пескопроявление в добывающих скважинах и нарушение обсадных колонн. Оценка закономерностей распределения пластовых, поровых давлений по разрезу скважин сладковско-морозовской группы месторождений / В.Ю. Близииков [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 1. – С. 17–22.

21. Диагностирование глубинно-насосных скважин динамометрированием / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Ижевск, 2008.
22. Гилаев Г.Г., Сулейманов Р.И. Совершенствование оборудования для термокислотного импульсного воздействия // В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле – 2020. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 361–367.
23. Гилаев Г.Г., Сулейманов Р.И. Оборудование для термокислотного импульсирования // В сборнике: современные технологии в нефтегазовом деле – 2020. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 341–345.
24. Гилаев Г.Г. Методы борьбы с основными видами осложнений при эксплуатации скважин // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 4. – С. 62–66.
25. Состав для кислотной обработки призабойной зоны пласта / Н.А. Останков [и др.] // Патент на изобретение RU 2641044 С1, 15.01.2018. Заявка № 2017100423 от 09.01.2017

Literature:

1. Application of horizontal wells with multiple fracturing for development of low-permeability reservoirs of Priobskoye field / G.G. Gilaev [et al.] // Scientific and Technical Bulletin of OJSC «NK Rosneft». – 2012. – P. 22–26.
2. Oil deposits in the carbonate deposits of the Famensky tier of the Samara region: the history of discovery and prospects of search / G.G. Gilaev [et al.] // Oil industry, 2013. – № 10. – P. 38–40.
3. Improving the efficiency of the use of chemical reagents in OAO NK Rosneft / G.G. Gilaev [et al.] // Oil Economy, 2012. – № 11. – P. 22–24.
4. Gilaev G.G., Gorbunov V.V., Gen O.P. Introduction of new technologies of well operation efficiency increasing in oilfields of OAO NK Rosneft Krasnodarneftegaz // Oil sector, 2005.
5. The beginning of a new stage in development of high-viscosity oil and natural bitumens in Russia / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2011. – № 6. – P. 6–9.
6. Gilaev G.G. development of the theory and practice of extraction of unconventional hydrocarbons in complex fields // Thesis for the degree of doctor of technical science, Tyumen, 2004.
7. Budgeting system at the enterprise as a management tool / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2009. – № 10. – P. 16–18.
8. Issues of Exploitation of Sand Producing Formations. Influence of reservoir pressure on the sand outflow from the reservoir during operation of producing wells / V.Y. Bliznyukov [et al.] // Engineer neftyanik. – 2010. – P. 11–22.
9. Application of heat-resistant silencing fluids based on petroleum emulsions / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2009. – № 8. – P. 64–67.
10. Hydraulic fracturing as a tool for developing fields of Samara region / G.G. Gilaev [et al.] // Oil industry, 2014. – № 11. – P. 65–69.
11. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies for isolation of water flows during the construction and operation of wells // Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
12. Gilaev G.G., Khabibullin M.Ya., Gilaev G.G. Prospects of application of acid gel for proppant injection during hydraulic fracturing of carbonate formations in Samara region, Neftyanoye ekonomika. – 2020. – № 8. – P. 54–57.
13. Bliznyukov V.Y., Gilaev G.G. Analysis of violations of production strings during disassembly of sand-producing formations with abnormally high reservoir pressures // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 50–54.

14. Influence of physical and mechanical properties of the reservoir and reservoir pressure drop on sand-rolling / V.Yu. Bliznikov [et al.] // Engineer-oilman, 2010. – № 3. – P. 5–9.
15. Gilaev G.G. Management of technological processes on intensification of oil production // Oil economy, 2004. – № 10. – P. 74–77.
16. Gilaev A.G. Study of influence of fine particles removal of productive formation on change in oil recovery of low-permeability reservoirs. D. thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences // Institute of Mechanical Engineering named after A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences. A. Blagonravov Russian Academy of Sciences. – M., 2012.
17. Khabibullin M.Y. Improvement of pump cleaning for oil production from mechanical impurities // Equipment and technology for the oil and gas complex. – 2017. – № 6. – P. 29–33.
18. Gilaev G.G. Methods of struggle against the main types of complications at the exploitation of wells. – 2020. – P. 62–66.
19. Methods of struggle with sand occurrence in production wells / G.G. Gilaev [et al.] // Neftegazovoye Delo. – 2021. – Vol. 19. – № 5. – P. 119–127.
20. Estimation of Laws of Distribution of Reservoir and Pore Pressures in the Well Section of the Sladkovo-Morozov Group of Fields / V.Y. Bliznyukov [et al.] // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. – 2010. – № 1. – P. 17–22.
21. Diagnosing of deep pumping wells by dynamometer / G.G. Gilaev [et al.]. – Izhevsk, 2008.
22. Gilaev G.G., Suleymanov R.I. Improvement of Equipment for Thermal Acid Pulse Impact // In the collection: advanced technologies in oil and gas field – 2020. Collection of papers of the international scientific and technical conference. – 2020. – P. 361–367.
23. Gilaev G.G., Suleymanov R.I. Equipment for thermo-acid pulsing // In sbornik: Modern technologies in oil and gas business – 2020. Collection of papers of the International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 341–345.
24. Gilaev G.G. Methods for fighting with the main types of complications during exploitation of wells // Oil economy, 2020. – № 4. – P. 62–66.
25. Composition for acid treatment of bottomhole formation zone / N.A. Ostankov [et al.] // Patent for the invention RU 2641044 C1, 15.01.2018. Application № 2017100423 of 09.01.2017.

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ
ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА
ДОБЫВАЮЩИХ И НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ СКВАЖИН**

**PECULIARITIES OF ACID TREATMENT APPLICATION
BOTTOMHOLE FORMATION ZONE
OF PRODUCTION AND INJECTION WELLS**

Отаров Ануар Романович

магистрант

anuar.otar@yandex.ru

Гиляев Гани Гайсинович

доктор технических наук, профессор

кафедры нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,

Кубанский государственный технологический университет

gggilaev@gmail.com

Аннотация. В последнее десятилетие всё более явно наблюдается увеличение доли трудноизвлекаемых запасов углеводородов как в России, так и во всем мире. Значительные объемы нефти и газа сосредоточены в малопроницаемых глинистых терригенных коллекторах сложного геологического строения. Кроме того, в процессе разработки месторождения происходит ухудшение коллекторских свойств пласта в призабойной зоне скважины, которая выделяется как часть пласта, свойства которого могут отличаться от свойств остальной части продуктивного горизонта. Из-за ухудшения коллекторских свойств призабойной зоны при вскрытии пласта и при дальнейшей эксплуатации скважины, а также из-за объективных физических явлений теряется основная доля движущей силы, затрачиваемой на движение нефти и газа в пласте. В данной статье рассмотрен один из методов интенсификации притока нефти в скважину – кислотная обработка призабойной зоны пласта, его особенности и рекомендуемые условия применения.

Ключевые слова: кислотная обработка, призабойная зона пласта, интенсификация притока, продуктивный пласт, коллекторские свойства пласта.

Otarov Anuar Romanovich

Graduate Student,

anuar.otar@yandex.ru

Gilaev Gani Gaisinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Professor G.T. Vartumyan Chair of Oil and Gas,

Kuban State Technological University

gggilaev@gmail.com

Annotation. The last decade has witnessed an increase in the share of hard-to-recover hydrocarbon reserves both in Russia and worldwide. Significant volumes of oil and gas are concentrated in low-permeability clayey terrigenous reservoirs of complex geological structure. In addition, during field development, reservoir properties deteriorate in the wellbore zone, which stands out as part of the reservoir whose properties may differ from those of the rest of the productive horizon. Due to deterioration of reservoir properties of the bottomhole zone during for-

mation opening and further well operation, as well as due to objective physical phenomena, the main part of the driving force used for oil and gas movement in the formation is lost. This article considers one of the methods of oil flow intensification in the well – acid treatment of bottomhole formation zone, its features and recommended conditions of application.

Keywords: acid treatment, bottomhole formation zone, inflow stimulation, pay zone, reservoir properties.

В настоящее время большинство нефтяных месторождений в России и многих других странах мира находятся на поздней стадии эксплуатации. В связи с выработкой активных запасов структура остаточных запасов таких месторождений ухудшается, что вызывает падение темпов добычи, увеличение обводненности продукции скважин. Добыча нефти поддерживается на определенном уровне по большей части за счет эксплуатации скважин старого фонда.

Во время выполнения технологических операций по строительству скважин и добыче нефти, таких как бурение, цементирование и перфорация обсадных колонн, ремонт и т.д., в призабойной зоне скважин начинают происходить процессы, приводящие к ухудшению естественной проницаемости пласта, в том числе к снижению фильтрационных свойств, что приводит к падению производительности добывающих скважин и приёмистости нагнетательных скважин. Для решения этих проблем используются методы интенсификации добычи нефти, среди которых одним из наиболее часто используемых является метод кислотной обработки.

Основными факторами, ухудшающими коллекторские свойства пласта, являются: набухание глинистых отложений пород-коллекторов, попадание мельчайших механических частиц в призабойную зону при бурении и эксплуатации скважины, а также при ее ремонте, уплотнение породы и появление адсорбционных слоев различного состава на поверхности пор и трещин. Коллекторские свойства призабойной зоны пласта также ухудшаются в результате отложения солей и различных продуктов реакции при закачке химических реагентов. Еще одной причиной ухудшения качества является снижение водонасыщенности пласта и фазовой проницаемости для нефти при замене минерализованной пластовой воды пресной. Радиус призабойной зоны может составлять от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров.

Важной задачей при эксплуатации скважин является поддержание коллекторских свойств призабойной зоны в состоянии, максимально приближенном к исходному, или улучшение ее характеристик. В результате возникает необходимость восстановления и улучшения коллекторских свойств в призабойной зоне пласта для интенсификации добычи нефти.

В начальный период внедрения процесса кислотной обработки, он использовался в основном для повышения производительности добывающих скважин, эксплуатируемых в карбонатных коллекторах. Это наиболее надежный и разумный метод интенсификации притока углеводородов в скважину, так как его основой является естественное свойство карбонатных пород растворяться в соляной кислоте. Это направление применения кислотной обработки по-прежнему является наиболее важным и по сей день несмотря на то, что сфера ее применения в последнее время значительно расширилась, как за счет включения других видов коллекторов в качестве объектов обработки, так и в связи с новыми задачами этих обработок.

В современной нефтяной промышленности кислотная обработка скважин является эффективным методом очистки призабойной зоны продуктивного пласта от продуктов загрязнения, которые осели или образовались во время бурения, цементирования обсадных колонн или в процессе эксплуатации скважины. Эффекты кислотной обработки различаются по глубине (объему воздействия) и технологии. Технология кислотной обработки зависит от назначения и характеристик объекта воздействия.

Для того чтобы иметь полное представление о кислотном воздействии, необходимо ориентироваться в таких понятиях, как:

- призабойная зона пласта;
- цель кислотной обработки;
- выбор скважины для обработки;
- рекомендуемые технологии обработки;
- требования к исследованиям скважин, выбранных для кислотного воздействия;
- требования к процессу проведения кислотных обработок призабойной зоны (ОПЗ).

Призабойная зона пласта (ПЗП) – это участок пласта, который примыкает к стволу скважины, в пределах которого изменяются фильтрационные свойства продуктивного пласта на этапе строительства, ремонта или же эксплуатации скважины.

Кислотная обработка пласта осуществляется с целью восстановления и повышения проницаемости и, соответственно, продуктивности скважин, если добыча нефти ограничена состоянием ствола скважины, перфорационных каналов и порового пространства призабойной зоны.

На современном этапе развития технологий в нефтегазовой промышленности различают несколько областей использования кислотных обработок:

- обработка призабойной зоны пласта на месторождениях, имеющих карбонатный тип коллектора для повышения производительности и интенсификации притока;
- обработка призабойной зоны скважин, эксплуатирующих терригенные коллектора, имеющие карбонатную составляющую;
- обработка призабойной зоны нагнетательных скважин с целью увеличения их приемистости;
- обработка с целью разложения скоплений солей диоксида углерода, мешающих поступлению флюида из пласта в скважину;
- обработка низкокарбонизированных песчаников призабойной зоны пласта с использованием смеси соляной и плавиковой кислот;
- обработка открытого забоя скважины в интервале производительности с целью удаления глинистой корки благодаря растворению карбонатного материала, а также частичного разложения и дезагрегации цементного камня, удаления продуктов коррозии.

Результат проведения обработки зависит от:

- глубины проникновения кислоты в пласт;
- охвата пласта закачиваемым кислотным раствором;
- полноты растворения в растворе кислоты непосредственно породы, а также продуктов, загрязняющих призабойную зону скважины, снижающих проницаемость коллектора.

Часто в процессе обработки призабойной зоны пласта раствором соляной кислоты большая ее часть нейтрализуется в призабойной зоне. В удаленной части коллектора реакция кислоты с породой проходит менее интенсивно из-за снижения ее концентрации. В связи с этим призабойная зона коллектора будет обрабатываться наиболее активно, с образованием максимального количества каналов растворения в ущерб образованию таковых в более отдаленной части коллектора. Из-за данного эффекта результативность кислотной обработки быстро снижается с увеличением количества повторных обработок, проводимых на одной скважине, что подразумевает необходимость замедления скорости химического взаимодействия кислоты и породы.

Для этой цели на практике широко используются так называемые «замедлители» и «дефлекторы» соляной кислоты. Актуальность разработки таких технологий приобретает особую важность в сложных карбонатных коллекторах, фильтрационно-емкостные характеристики которых сильно варьируются от скважины к скважине.

Среди действующих технологий кислотных обработок наиболее распространёнными и эффективными являются:

- термохимические, позволяющие растворять отложения асфальтенов и парафинов;
- селективные кислотные обработки;
- обработки с добавлением химических реагентов (поверхностно-активных веществ, растворителей, деэмульгаторов, ингибиторов и т.д.);
- различные технологии кислотного гидроразрыва пласта, включая кислотный гидроразрыв пласта с анкерровкой, пенно-кислотный гидроразрыв пласта.

В современных условиях наиболее эффективным является применение комплексных технологий, которые одновременно действуют на призабойную зону не только кислотным раствором, но и кислотой в сочетании с другими химическими реагентами (углеводородные растворители, щелочи, растворы поверхностно-активных веществ, водорастворимые полимеры, эмульсии, модификаторы сложного кислотного состава) и технологиями обработки призабойной зоны (использование гибких труб, кислотный гидроразрыв пласта и др.).

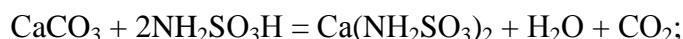
К основным реагентам, наиболее часто используемым при кислотных обработках, относятся соляная (хлористоводородная HCl) и плавиковая (фтористоводородная HF) кислоты. При эксплуатации скважин и интенсификации притоков используют и другие органические и неорганические кислоты и их смеси: уксусную CH_3COOH , сульфаминовую $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$, серную H_2SO_4 , глинокислоту ($\text{HCl} + \text{HF}$) и т.п.

Пласты-коллекторы, в основе которых лежат карбонатные породы и которые не содержат в своем составе осадкообразующих элементов (сульфатов, соединений железа и других), предпочтительно обрабатывают соляной кислотой. Однако следует добавить, что соляная кислота в чистом виде используется относительно редко, и на практике используются составы кислотных растворов со специальными добавками.

Рабочая концентрация кислоты определяется с учетом растворяющей способности самой кислоты, растворимости породы и нейтрализации кислоты в составе (коррозионной активности), эмульгирующих свойств (способности к осадкообразованию при контакте с пластовой водой и величины пластовых давлений).

С увеличением концентрации соляной кислоты ее растворяющая способность возрастает, но также следует учесть, что скорость растворения при концентрации выше 22 % снижается. Коррозионная активность и эмульгирующие свойства повышаются с увеличением концентрации кислоты, а также возрастают вероятности осаждения солей в виде осадка в процессе смешивания кислоты с пластовой водой. Предполагается, что оптимальная концентрация соляной кислоты составляет 10–16 %.

Реакция взаимодействия соляной, уксусной и сульфаминовой кислот с основными разностями карбонатного коллектора происходит соответственно по схемам:



Химический состав породы оказывает решающее влияние на выбор реагента для кислотной обработки и его компонентов. На сульфатные и железосодержащие карбонатные пласты желательно следует воздействовать уксусной и сульфаминовой кисло-

тами. При обработке сульфатсодержащих карбонатных пород растворами соляной кислоты в кислотные композиции следует вводить добавки хлорида кальция или поваренной соли, а ещё сульфаты калия и магния. Эти добавки замедляют процесс растворения сульфатсодержащих пород и предотвращают отложение гипса или безводного сульфата кальция. Их массовое содержание в растворе составляет, соответственно %:

- поваренная соль 6–7;
- хлорид кальция 5–10;
- сульфат калия или магния 3–4.

Для этих целей предпочтительно применять пластовую воду хлоркальциевого типа с удельным весом не менее $1,18 \text{ г/см}^3$, разбавляя её концентрированную соляную кислоту до требуемой программой концентрации. Ангидриды желательно обрабатывают растворами соляной кислоты с массовым содержанием 6–10 % нитрата калия. При обработке железосодержащих карбонатных пород раствором соляной кислоты предотвращают выпадение осадков путем добавления в раствор уксусной или лимонной кислот, массовая доля которых составляет 3–5 % и 2–3 % соответственно.

Для повышения эффективности кислотных растворов в них добавляют химические добавки. Кроме того, достигается снижение коррозионной активности кислоты по отношению к металлу, улучшение ее проникающей способности в породу пласта, уменьшение возможности выпадения осадков из кислотного состава, которые могут образовывать кольматирующие поры породы.

Ингибиторы – вещества, уменьшающие коррозионное действие кислоты на оборудование, при помощи которого кислоту транспортируют, перекачивают и хранят.

Интенсификаторы – это поверхностно-активные вещества, которые снижают поверхностное натяжение на границе раздела нейтрализованная нефтью кислота в 3–5 раз. Они добавляются для снижения поверхностного натяжения продуктов кислотной реакции с породой, повышения эффективности кислотного раствора и облегчения обратного оттока отработанной кислоты после обработки. Присутствие поверхностно-активных веществ повышает проникновение кислоты в микроскопические поры породы. Это важно при обработке плотных пород, а также при очистке забоя скважины от частиц цемента или твердой корки.

Стабилизаторы – вещества, требуемые для сохранения в растворенном виде некоторых продуктов реакции и соединений железа, присутствующих в соляной кислоте. Стабилизаторы значительно снижают активность взаимодействия соляной кислоты с карбонатной составляющей породы, тем самым увеличивая глубину проникновения кислотных растворов в пласт.

Требования к исследованию скважин, отобранных для кислотного воздействия, заключаются в следующем. Документация анализируется на предмет возможности обработки скважины кислотными составами. Если обнаружена информация о негерметичности колонны или цементного камня, ОПЗ не проводится до тех пор, пока негерметичность не будет устранена, поскольку кислотные соединения могут усугубить перетоки через негерметичное пространство скважины.

Требования к подготовке и процессу проведения кислотных ОПЗ:

1. Кислотные обработки производят только в технически исправных скважинах с условием полной герметичности обсадной колонны и цементного кольца, подтвержденной исследованиями.
2. Арматура скважин, подвергаемых обработке, должна быть полностью исправна и снабжена дополнительной буферной задвижкой на трубной линии для проведения постоянных манипуляций по открытию и закрытию задвижки в ходе выполнения работ.
3. Подготовительные работы для кислотных обработок призабойной зоны обязательно включают в своем составе обеспечение необходимым оборудованием и инструментом, химическими реагентами, а также подготовку ствола скважины, забоя и фильтров к обработке.

При проведении работ по кислотному воздействию подготавливается и используется план работ, содержащий следующую информацию:

- Название месторождения, номер куста, номер скважины.
- Название производимых работ.
- Геолого-техническую характеристику скважины.
- Цель работ.
- Описание объемов химреагентов для завоза на скважину.
- Описание подготовительных работ и работ по приготовлению составов.
- Описание технологического процесса с принципиальной схемой расстановки спецтехники.
- Меры по технике безопасности.
- Ожидаемые результаты после проведения работ.

Акт на выполненные работы по ОПЗ скважины является основным документальным инструментом контроля производственных показателей качества – успешности обработки.

Извлечение кислотных составов из пласта в случае обработки добывающих скважин следует проводить при сохранении высокого уровня кислотности раствора (рН ниже 3). Только в этом случае кислота удерживает растворенные вещества в растворе, делает их транспортабельными и способствует их удалению из ППД.

Литература:

1. Применение горизонтальных скважин с множественными трещинами ГРП для разработки низкопроницаемых пластов Приобского месторождения / Г.Г. Гилаев [и др.] // Научно-технический вестник ОАО «НК Роснефть». – 2012. – С. 22–26.
2. Нефтяные залежи в карбонатных отложениях фаменского яруса Самарской области: история открытия и перспективы поиска / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2013. – № 10. – С. 38–40.
3. Повышение эффективности использования химических реагентов в ОАО «НК «Роснефть» / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2012. – № 11. – С. 22–24.
4. Гилаев Г.Г., Горбунов В.В., Генъ О.П. Внедрение новых технологий повышения эффективности работы скважин на месторождениях ОАО «НК «Роснефть»-Краснодарнефтегаз» // Нефтяное хозяйство, 2005.
5. Начало нового этапа в освоении месторождений высоковязких нефтей и природных битумов в России / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2011. – № 6. – С. 6–9.
6. Гилаев Г.Г. Развитие теории и практики добычи трудноизвлекаемых запасов углеводородов на сложнопостроенных месторождениях // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Тюмень, 2004.
7. Система бюджетирования на предприятии как инструмент управления / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 10. – С. 16–18.
8. Вопросы эксплуатации пескопроявляющих пластов. Влияние пластового давления на вынос песка из коллектора при эксплуатации добывающих скважин / В.Ю. Близииков [и др.] // Инженер-нефтяник. – 2010. – С. 11–22.
9. Применение термостойких жидкостей глушения на основе нефтяных эмульсий / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2009. – № 8. – С. 64–67.
10. Гидравлический разрыв пласта как инструмент разработки месторождений Самарской области / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтяное хозяйство, 2014. – № 11. – С. 65–69.
11. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.

12. Гилаев Г.Г., Хабибуллин М.Я., Гилаев Г.Г. Перспективы применения кислотного геля для закачки пропантa в процессе проведения гидроразрыва карбонатных пластов на территории самарской области, Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 8. – С. 54–57.

13. Близнюков В.Ю., Гилаев Г.Г. Анализ нарушений эксплуатационных колонн при разборке песко-проявляющих продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми давлениями // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – С. 50–54.

14. Влияние физико-механических свойств пласта и падения пластового давления на пескопроявление / В.Ю. Близников [и др.] // Инженер-нефтяник, 2010. – № 3. – С. 5–9.

15. Гилаев Г.Г. Управление технологическими процессами по интенсификации добычи нефти // Нефтяное хозяйство, 2004. – № 10. – С. 74–77.

16. Гилаев А.Г. Исследование влияния выноса мелких частиц продуктивного пласта на изменение нефтеотдачи низкопроницаемых коллекторов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук // Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук. – М., 2012.

17. Хабибуллин М.Я. Совершенствование очистки насосов для добычи нефти от механических примесей // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 29–33.

18. Гилаев Г.Г. Методы борьбы с основными видами осложнений при эксплуатации скважин // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 4. – С. 62–66.

19. Методы борьбы с пескопроявлениями в эксплуатационных скважинах / Г.Г. Гилаев [и др.] // Нефтегазовое дело. – 2021. – Т. 19. – № 5. – С. 119–127.

20. Пескопроявление в добывающих скважинах и нарушение обсадных колонн. Оценка закономерностей распределения пластовых, поровых давлений по разрезу скважин сладковско-морозовской группы месторождений / В.Ю. Близников [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 1. – С. 17–22.

21. Диагностирование глубинно-насосных скважин динамометрированием / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Ижевск, 2008.

22. Гилаев Г.Г., Сулейманов Р.И. Совершенствование оборудования для термокислотного импульсного воздействия // В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле – 2020. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 361–367.

23. Гилаев Г.Г., Сулейманов Р.И. Оборудование для термокислотного импульсирования // В сборнике: современные технологии в нефтегазовом деле – 2020. Сборник трудов международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 341–345.

24. Гилаев Г.Г. Методы борьбы с основными видами осложнений при эксплуатации скважин // Нефтяное хозяйство, 2020. – № 4. – С. 62–66.

25. Состав для кислотной обработки призабойной зоны пласта / Н.А. Останков [и др.] // Патент на изобретение RU 2641044 C1, 15.01.2018. Заявка № 2017100423 от 09.01.2017

Literature:

1. Application of horizontal wells with multiple fracturing for development of low-permeability reservoirs of Priobskoye field / G.G. Gilaev [et al.] // Scientific and Technical Bulletin of OJSC «NK Rosneft». – 2012. – P. 22–26.

2. Oil deposits in the carbonate deposits of the Famensky tier of the Samara region: the history of discovery and prospects of search / G.G. Gilaev [et al.] // Oil industry, 2013. – № 10. – P. 38–40.

3. Improving the efficiency of the use of chemical reagents in OAO NK Rosneft / G.G. Gilaev [et al.] // Oil Economy, 2012. – № 11. – P. 22–24.
4. Gilaev G.G., Gorbunov V.V., Gen O.P. Introduction of new technologies of well operation efficiency increasing in oilfields of OAO NK Rosneft Krasnodarneftegaz // Oil sector, 2005.
5. The beginning of a new stage in development of high-viscosity oil and natural bitumens in Russia / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2011. – № 6. – P. 6–9.
6. Gilaev G.G. development of the theory and practice of extraction of unconventional hydrocarbons in complex fields // Thesis for the degree of doctor of technical science, Tyumen, 2004.
7. Budgeting system at the enterprise as a management tool / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2009. – № 10. – P. 16–18.
8. Issues of Exploitation of Sand Producing Formations. Influence of reservoir pressure on the sand outflow from the reservoir during operation of producing wells / V.Y. Bliznikov [et al.] // Engineer neftyanik. – 2010. – P. 11–22.
9. Application of heat-resistant silencing fluids based on petroleum emulsions / G.G. Gilaev [et al.] // Oil economy, 2009. – № 8. – P. 64–67.
10. Hydraulic fracturing as a tool for developing fields of Samara region / G.G. Gilaev [et al.] // Oil industry, 2014. – № 11. – P. 65–69.
11. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies for isolation of water flows during the construction and operation of wells // Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
12. Gilaev G.G., Khabibullin M.Ya., Gilaev G.G. Prospects of application of acid gel for proppant injection during hydraulic fracturing of carbonate formations in Samara region, Neftyanoye ekonomika. – 2020. – № 8. – P. 54–57.
13. Bliznyukov V.Y., Gilaev G.G. Analysis of violations of production strings during disassembly of sand-producing formations with abnormally high reservoir pressures // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2010. – P. 50–54.
14. Influence of physical and mechanical properties of the reservoir and reservoir pressure drop on sand-rolling / V.Yu. Bliznikov [et al.] // Engineer-oilman, 2010. – № 3. – P. 5–9.
15. Gilaev G.G. Management of technological processes on intensification of oil production // Oil economy, 2004. – № 10. – P. 74–77.
16. Gilaev A.G. Study of influence of fine particles removal of productive formation on change in oil recovery of low-permeability reservoirs. D. thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences // Institute of Mechanical Engineering named after A.A. Blagonravov of the Russian Academy of Sciences. A. Blagonravov Russian Academy of Sciences. – M., 2012.
17. Khabibullin M.Y. Improvement of pump cleaning for oil production from mechanical impurities // Equipment and technology for the oil and gas complex. – 2017. – № 6. – P. 29–33.
18. Gilaev G.G. Methods of struggle against the main types of complications at the exploitation of wells. – 2020. – P. 62–66.
19. Methods of struggle with sand occurrence in production wells / G.G. Gilaev [et al.] // Neftegazovoye Delo. – 2021. – Vol. 19. – № 5. – P. 119–127.
20. Estimation of Laws of Distribution of Reservoir and Pore Pressures in the Well Section of the Sladkovo-Morozov Group of Fields / V.Y. Bliznyukov [et al.] // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. – 2010. – № 1. – P. 17–22.
21. Diagnosing of deep pumping wells by dynamometer / G.G. Gilaev [et al.]. – Izhevsk, 2008.
22. Gilaev G.G., Suleymanov R.I. Improvement of Equipment for Thermal Acid Pulse Impact // In the collection: advanced technologies in oil and gas field – 2020. Collection of papers of the international scientific and technical conference. – 2020. – P. 361–367.

23. Gilaev G.G., Suleymanov R.I. Equipment for thermo-acid pulsing // In sbornik: Modern technologies in oil and gas business – 2020. Collection of papers of the International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 341–345.

24. Gilaev G.G. Methods for fighting with the main types of complications during exploitation of wells // Oil economy, 2020. – № 4. – P. 62–66.

25. Composition for acid treatment of bottomhole formation zone / N.A. Ostankov [et al.] // Patent for the invention RU 2641044 C1, 15.01.2018. Application № 2017100423 of 09.01.2017.

ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ КАМЕР СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

TYPES OF DAMAGE TO COMBUSTION CHAMBERS OF GAS TURBINE ENGINES

Паранук А.А.

доцент, к.т.н.,
Кубанский государственный технологический университет

Меретуков М.А.

доцент, к.т.н.,
Майкопский государственный технологический университет

Кохужева Р.Б.

доцент, к.пед.н.,
Майкопский государственный технологический университет

Румянцев С.В.

аспирант,
Кубанский государственный технологический университет

Субочев О.Г.

аспирант,
Кубанский государственный технологический университет

Скворцов Л.А.

магистр 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье приведён анализ основных видов повреждений камер сгорания газотурбинных двигателей.

Ключевые слова: авиационные газотурбинные двигатели, камеры сгорания, повреждения камер сгорания.

Paranuk A.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Kuban State Technological University

Meretukov M.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Maikop State Technological University

Kokhuzheva R.B.

Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences,
Maikop State Technological University

Rumyantsev S.V.

Postgraduate Student,
Kuban State Technological University

Subochev O.G.

Postgraduate Student,
Kuban State Technological University

Skvortsov L.A.

2nd year Master,
Kuban State Technological University

Annotation. This article provides an analysis of the main types of damage to the combustion chambers of gas turbine engines.

Keywords: aircraft gas turbine engines, combustion chambers, damage to combustion chambers.

Камера сгорания является одним из основных узлов газотурбинного двигателя (ГТД) и в значительной мере влияет на экономичность, надежность, долговечность двигателя в целом, а также определяет степень его воздействия на окружающую среду.

По сравнению с другими узлами ГТД камера сгорания отличается многообразием и сложностью рабочего процесса.

Камера сгорания является наряду с турбиной одним из ресурсоограничивающих элементов ГТД, в связи с этим разработка методов диагностики, позволяющих на основе моделирования по замеренным параметрам оценить состояние элементов основной и форсажных камер сгорания, а также спрогнозировать возможный дефект и его развитие, является актуальной задачей.

Среди эксплуатационных факторов, вызывающих дефекты камеры сгорания и ее элементов, следует выделить следующие:

1. Высокая температура основных деталей (вследствие экстремально высоких температур в зоне горения, для керосина приблизительно 2100 ... 2200 К, и значительных по величине тепловых потоков к стенкам и другим элементам камеры).

2. Существенная неравномерность нагрева основных элементов камеры (вследствие неравномерности распределения охлаждающего воздуха из-за технологических отклонений, неодинакового расхода топлива через форсунки, неодинакового состава топливо-воздушной смеси в различных точках зоны горения, отклонений размеров отдельных элементов и других причин).

3. Коррозионное воздействие газовой среды.

4. Вибрации корпусов двигателя, передающиеся на элементы камер сгорания.

5. Вибрационный режим горения.

6. Осевые газодинамические силы, перепады давления на стенках жаровых труб.

7. Различие в температурах нагрева элементов корпуса, жаровой трубы, и деталей топливной системы (форсунок, коллекторов) вследствие протекания более холодного топлива.

8. Колебания давления в топливной магистрали.

Дефекты деталей камеры сгорания могут быть также вызваны причинами технологического характера (сварочные трещины и поры, остаточные напряжения в материале, изменение структуры при термической обработке).

Все эксплуатационные дефекты элементов камер сгорания могут быть разделены на следующие группы:

1. Срыв пламени и прекращение горения топливо-воздушной смеси, например, вследствие резкого уменьшения расхода воздуха при помпаже компрессора или резкого уменьшения расхода топлива при падении давления топливоподачи ниже допустимого значения.

2. Повреждения корпусов. Наблюдаются, в основном, усталостные повреждения. Усталостные трещины чаще всего образуются в зонах сварных швов, фланцев для отбора воздуха, бобышек для крепления агрегатов. Усталостные повреждения возникают от действия вибраций при повышенных монтажных статических нагрузках, изменяющих расчетный характер нагружения при работе двигателя. Встречаются случаи повреждения корпусов из-за их перегрева вследствие заброса горячих газов из жаровой трубы в кольцевой канал при отрицательном перепаде давления на стенках жаровой трубы.



Рисунок 1 – Прогар жаровой трубы

При разрушении корпуса основной камеры сгорания происходит резкое повышение давления в мотогондоле или фюзеляже, деформация и локальный перегрев конструкции.

Факторами, способствующими разрушению корпусов камер сгорания, являются: остаточные напряжения в материале; повышение общей или локальной температуры в камере сгорания, снижающей прочность материала корпуса; наличие сварочных трещин и пор.

Если повреждения и разрушения корпуса происходят в процессе эксплуатации вследствие повышенных вибрационных нагрузок, то они характеризуются следующими признаками:

- многоочаговый характер разрушения корпуса;
- массовые случаи усталостного разрушения трубопроводов подвода топлива к клапану запуска, пусковым блокам;
- разрушение фланца заднего корпуса компрессора, газосборника, внутренней обечайки камеры сгорания, элементов крепления корпуса камеры сгорания к сопловому аппарату турбины.

3. Повреждения жаровых труб. Проявляются в виде:

- трещин и деформаций термического происхождения;
- трещин усталостного характера между отверстиями для прохождения воздуха;
- трещин по сварным швам (в том числе, в местах соединения секций жаровой трубы);
- короблений стенок жаровой трубы;
- прогаров стенок.

Литература:

1. Сиротин Н.Н. Конструкция и эксплуатация, повреждаемость и работоспособность газотурбинных двигателей. – М. : РИА «ИМ-Информ», 2002. – 441 с.
2. Пчелкин Ю.М. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.
3. Мингазов Б.Г. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. – Казань : КГТУ, 2008.
4. Харитонов В.Ф. Проектирование камер сгорания. – Уфа : УГАТУ, 2008. – 138 с.
5. Паранук А.А., Румянцев С.В. Программа для диагностики газоперекачивающих аппаратов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2021660886, 02.07.2021. Заявка № 2021660296 от 02.07.2021.

6. Паранук А.А., Румянцев С.В., Субочев О.Г. Методы вибродиагностики ГПА // В сборнике: Актуальные вопросы современной науки: теория, методология, практика, инноватика. Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2020. – С. 79–81.
7. Паранук А.А., Хрисониди В.А., Мамий С.А. Газоперекачивающие агрегаты. – Яблоновский, 2019.
8. Паранук А.А., Мамий С.А. Эксплуатация насосных и компрессорных станций. – Яблоновский, 2019.
9. Разработка методики диагностирования неисправности технического состояния подшипников скольжения ГПА / А.Е. Нижник [и др.] // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2021. – № 7 (343). – С. 24–29.
10. Разработка методики диагностирования узлов газоперекачивающего агрегата по данным вибродиагностики / Паранук А.А. [и др.] // Современные наукоемкие технологии. – 2021. – № 6–2. – С. 270–276.

Literature:

1. Sirotnin N.N. Design and operation, damage and serviceability of gas turbine engines. – М. : RIA «IM-Infom», 2002. – 441 p.
2. Pchelkin Y.M. Combustion chambers for gas turbine engines. – М. : Mashinostroenie, 1984. – 280 p.
3. Mingazov B.G. Combustion chambers for gas turbine engines. – Kazan : Publishing house of KSTU, 2008.
4. Kharitonov V.F. Designing combustion chambers. – Ufa : USATU, 2008. – 138 p.
5. Paranuk A.A., Rumyantsev S.V. Program for diagnostics of gas compressors // Certificate of registration of the computer program 2021660886, 02.07.2021. Application № 2021660296 dated 07/02/2021.
6. Paranuk A.A., Rumyantsev S.V., Subochev O.G. GPA vibration diagnostic methods // In the collection: Topical issues of modern science: theory, methodology, practice, innovation. Collection of scientific articles based on materials of the IV International Scientific and Practical Conference. – Ufa, 2020. – P. 79–81.
7. Paranuk A.A., Khrononidi V.A., Mamiy S.A. Gas pumping units. – Yablonovsky, 2019.
8. Paranuk A.A., Mamiy S.A. Operation of pumping and compressor stations. – Yablonovsky, 2019.
9. Development of a method for diagnosing a malfunction in the technical condition of GPA plain bearings / A.E. Nizhnik [et al.] // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2021. – № 7 (343). – P. 24–29.
10. Development of a method for diagnosing the units of a gas-pumping unit according to vibration diagnostics / A.A. Paranuk [et al.] // Modern science-intensive technologies. – 2021. – № 6–2. – P. 270–276.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ КАМЕР СГОРАНИЯ**

**APPLICATION OF METHODS OF NUMERICAL MODELING
OF GAS DYNAMIC PROCESSES FOR DIAGNOSTICS
OF COMBUSTION CHAMBERS**

Паранук А.А.

доцент, к.т.н.,

Кубанский государственный технологический университет

Меретуков М.А.

доцент, к.т.н.,

Майкопский государственный технологический университет

Кохужева Р.Б.

доцент, к.пед.н.,

Майкопский государственный технологический университет

Румянцев С.В.

аспирант,

Кубанский государственный технологический университет

Субочев О.Г.

аспирант,

Кубанский государственный технологический университет

Скворцов Л.А.

магистр 2 курса,

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы применения методов математического моделирования процессов в основных и форсажных камерах сгорания для диагностики их технического состояния.

Ключевые слова: камеры сгорания, моделирование основных и форсажных камер сгорания, численное моделирование.

Paranuk A.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Kuban State Technological University

Meretukov M.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Maikop State Technological University

Kokhuzheva R.B.

Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences,
Maikop State Technological University

Rumyantsev S.V.

Postgraduate Student,
Kuban State Technological University

Subochev O.G.

Postgraduate Student,
Kuban State Technological University

Skvortsov L.A.

2nd year Master,
Kuban State Technological University

Annotation. This article deals with the application of methods of mathematical modeling of processes in the main and afterburner combustion chambers for diagnosing their technical condition.

Keywords: combustion chambers, modeling of main and afterburners, numerical modeling.

Одним из наиболее информативных факторов, позволяющим судить о наличии неисправности элементов камеры сгорания, является температурное поле в ее выходном сечении. Ряд дефектов камер (прогары и коробления жаровой трубы, оплавление и растрескивание кромок отверстий, коксование форсунок и их разрушение, деформация элементов подвески жаровой трубы и др.) вызывает изменение распределения температуры газа в выходном сечении камеры.

В современных двигателях температура газа перед турбиной достигает значений 1600 ... 1850 К, что сильно усложняет задачу ее измерения из-за ограниченных возможностей термопар. На большинстве двигателей контролируется температура газа за турбиной высокого давления. В этом случае выходное температурное поле камеры сгорания трансформируется после прохождения через лопаточные венцы турбины. Как показывает практика, многие особенности распределения температуры газа, связанные с дефектами, при этом сохраняются.

Для исследования влияния конкретных дефектов на выходное температурное поле камеры сгорания и изучения изменений, вносимых в это поле с учетом прохождения через турбину, помимо натуральных экспериментов может с успехом применяться численное моделирование газодинамических и тепловых процессов. Такое моделирование осуществляется на основе программных комплексов вычислительной гидрогазодинамики (ПК CFD).

Трехмерное численное моделирование рабочих процессов в камере позволяет получить значения газодинамических и физико-химических параметров среды (скоростей, давлений, температур, концентраций и др.) практически в каждой точке проточной части с учетом турбулентного характера течения, двухфазности потока, тепловыделения при горении, геометрических особенностей проточной части.

Однако использование такого мощного инструмента, как ПК CFD, связано с необходимостью решения ряда проблем, главная из которых заключается в необходимости верификации ПК применительно к задачам анализа отдельных элементов камеры (диффузора, фронтального устройства, секции охлаждения, пояса основных отверстий, газосборника и др.).

Верификация проводится на основании сравнения результатов численного моделирования с данными надежных натуральных экспериментов. Желательно, чтобы это были данные трехмерных экспериментов, так как при использовании результатов одномерного натурального эксперимента неизбежно возникнет проблема осреднения данных численного анализа.

Создание модели для получения численного решения (геометрия, сетка, граничные условия, параметры численного метода, параметры управления ходом решения) предполагает также выбор физических и соответствующих математических моделей отдельных явлений рабочего процесса – турбулентности, течения в пристенном слое,

радиационного теплообмена, химических реакций при горении. Однако одного выбора модели недостаточно – необходимо настроить ее, подбирая численные значения коэффициентов на основе результатов соответствующих натуральных экспериментов.

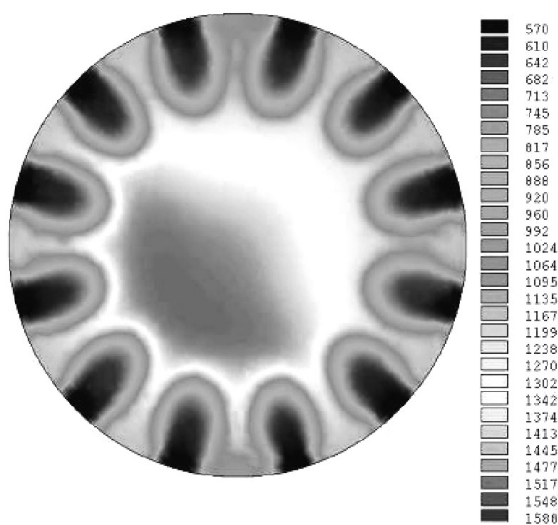


Рисунок 1 – Распределение температуры газа в промежуточном сечении жаровой трубы при неравномерном поле температуры на выходе

Для оценки корректности моделирования газодинамических процессов при вводе воздуха через основные отверстия жаровой трубы в ПК ANSYS-CFX была решена задача моделирования распространения одиночной струи в поперечном потоке. Сравнение глубины проникновения струи, полученной при численном моделировании и при использовании известных моделей В. Безменова, А. Лефевра показало удовлетворительное совпадение результатов с отклонением в пределах 5 %. Результаты газодинамического анализа течения также сопоставлялись с данными натурального эксперимента, приведенными в работе.

Сравнение показывает подобие профилей полного и статического давления в сечениях струи, расположенных по нормали к ее оси. Анализ форм поперечных сечений струи на различном удалении от начального сечения показал, что под воздействием сносящего потока происходит деформация поперечного сечения из круглого в подковообразное. При этом форма поперечных сечений струи хорошо соотносится с экспериментальными данными.

Положительные результаты верификации задачи распространения одиночной струи в поперечном потоке, в существенной степени влияющего на формирование температурного поля, дают возможность перейти к моделированию процессов в зоне разбавления и газосборнике.

Возникновение отрыва потока вследствие погрешностей изготовления деталей, деформации элементов при работе, изменения параметров на входе в камеру может привести к появлению неравномерности распределения скоростей и температур, и стать причиной дефекта (например, прогар жаровой трубы при локальном изменении условий охлаждения).

Моделирование процессов в камере сгорания в целом включает в качестве основной составляющей моделирование процесса турбулентного горения. Некоторые теоретические и методические основы моделирования горения в камерах ГТД изложены в монографии. Верификационные задачи для моделирования горения с целью диагностики необходимо решать с учетом химического состава конкретного топлива, конструктивных особенностей камеры сгорания и значений газодинамических параметров на входе.

Литература:

1. Сенюшкин Н.С., Харитонов В.Ф. Применение модульного метода при моделировании и проектировании камер сгорания ВРД // Вестник УГАТУ. – 2008. – Т. 11. – № 2 (29). – С. 39–47.
2. Гребенюк Г.П., Кузнецов С.Ю., Харитонов В.Ф. Исследование температурного поля на выходе камеры сгорания с поворотом потока в газосборнике // Вестник СГАУ. – 2006. – № 1 (9). – С. 48–53.
3. Гиршович Т.А. Турбулентные струи в поперечном потоке. – М. : Машиностроение. – 1993. – 256 с.
4. Паранук А.А., Хрисониди В.А., Мамий С.А. Газоперекачивающие агрегаты. – Яблоновский, 2019. – С. 223.

Literature:

1. Senyushkin N.S., Kharitonov V.F. Application of the modular method in the modeling and design of combustion chambers of the WFD // Vestnik USATU. – 2008. – Vol. 11. – № 2 (29). – P. 39–47.
2. Grebenyuk G.P., Kuznetsov S.Y., Kharitonov V.F. Study of the temperature field at the outlet of the combustion chamber with a turn of the flow in the gas collector // Vestnik SSAU. – 2006. – № 1 (9). – P. 48–53.
3. Girshovich T.A. Turbulent jets in cross flow. – M. : Mechanical engineering. – 1993. – 256 p.
4. Paranuk A.A., Khrisonidi V.A., Mamiy S.A. Gas pumping units. – Yablonovskiy, 2019. – P. 223.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ ГАЗОПРОВОДА В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

GAS PIPELINE CORROSION STUDY IN ARCTIC CONDITIONS

Паранук А.А.

доцент, к.т.н.,

Кубанский государственный технологический университет

Меретуков М.А.

доцент, к.т.н.,

Майкопский государственный технологический университет

Кохужева Р.Б.

доцент, к.пед.н.,

Майкопский государственный технологический университет

Казаков С.В.

аспирант,

Кубанский государственный технологический университет

Молодых А.С.

магистр 2 курса,

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В данной работе проводится анализ инцидента связанный с выбросом природного газа в атмосферу на подземном участке магистрального газопровода. Авария на действующем газопроводе вызвана коррозионным повреждением трубопровода, по причине нарушения сроков эксплуатации, труба с параметрами 273,0 × 8,0 мм из стали СтЗсп с антикоррозионным покрытием битумной мастикой со стеклохолстом. По результатам визуально-измерительного контроля на газопроводе обнаружены недопустимые дефекты в виде язвенной коррозии, свищей, скопления раковин и одиночных раковин, раковин глубиной до 7,0 мм. По результатам ультразвукового контроля толщины трубы фронтальной коррозии не обнаружено. В лабораторных условиях проведены металлографические и фотографические исследования вырезанных образцов. Установлено, что повреждение газопровода произошло в результате почвенной коррозии вызывающей язвы, резвившейся по причине электрохимической коррозий из-за повреждения изолирующего слоя. Кроме того, коррозионные процессы были ускорены периодическим подтоплением участка грунтовыми водами, содержащими оксиды азота, аммиак и сероводород которые содержались в сельскохозяйственных удобрениях. По результатам проведенного исследования выполнены все необходимые расчеты.

Ключевые слова: газопровод, повреждение, коррозия, разрушение.

Paranuk A.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Kuban State Technological University

Meretukov M.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Maikop State Technological University

Kokhuzheva R.B.

Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences,
Maikop State Technological University

Kazakov S.V.

Postgraduate Student,
Kuban State Technological University

Molodykh A.S.

2nd year Master,
Kuban State Technological University

Annotation. This paper analyzes the incident associated with the release of natural gas into the atmosphere at the underground section of the main gas pipeline. The accident at the operating gas pipeline was caused by corrosion damage of the pipeline, due to violation of the terms of operation, the pipe with the parameters of 273.0×8.0 mm of steel St3sp with anti-corrosion coating of bitumen mastic with glass fleece. According to the results of visual and dimensional control on the gas pipeline unacceptable defects in the form of ulcerous corrosion, fistulas, clusters of cavities and single cavities, cavities up to 7,0 mm deep were found. No frontal corrosion was detected by ultrasonic control of pipe thickness. Metallographic and photographic examination of cut-out samples was carried out in the laboratory. It was established that the gas pipeline was damaged by soil corrosion, which caused electrochemical corrosion due to the damaged insulating layer. In addition, corrosion processes were accelerated by periodic underflooding of the site by groundwater containing nitrogen oxides, ammonia and hydrogen sulfide contained in agricultural fertilizers. According to the results of the study, all the necessary calculations were made.

Keywords: gas pipeline, damage, corrosion, fracture.

Обеспечение безопасности нефтегазопроводов, оборудования нефтяной и газовой промышленности имеет огромное значение, особенно в условиях Арктики, где ликвидация последствий аварии требует значительных затрат материальных и временных ресурсов в условиях полной зависимости жизнедеятельности населенных пунктов Арктики от обеспечения энергоресурсами [1–6]. Одним из типов разрушения конструкций, оборудования и технических устройств при длительной эксплуатации является коррозионное повреждение, характерное и часто наблюдающееся в регионах центральной и сибирской части России и редкое в полярных регионах страны [1–3].

Климатические условия полярных регионов, в частности Республики Саха (Якутия), отличаются низкими климатическими температурами и резкой континентальностью. Период температур ниже 0°C составляет около 210 сут, минимальная температура достигает 60°C ниже нуля, разность средних температур – 100°C . Большая часть территории Якутии относится к районам криолитозоны [1, 4].

В последнее время в районах криолитозоны участились случаи коррозионного повреждения трубопроводов. Так, в 2006 г. на участке магистрального подземного газопровода «Средневилюйское газоконденсатное месторождение – Мастахское газоконденсатное месторождение – Якутск – Покровск» произошел выброс газа вследствие коррозионного повреждения эксплуатировавшийся с 1968 г. трубы $273,0 \times 8,0$ мм с антикоррозионным покрытием из битумной мастики со стеклохолстом. Труба изготовлена из стали Ст3сп [7], что соответствует проектной документации и данным химического анализа и по механическим свойствам (определены путем пересчета значений твердости) в основном удовлетворяет требованиям [8, 9] для данной марки стали: твердость по Бринеллю $HV = 97$, временное сопротивление $\sigma = 360$ МПа, предел текучести $T = 216$ МПа.

При шурфовом обследовании по результатам визуально-измерительного контроля обнаружены коррозионные повреждения с наружной стороны газопровода на участке длиной 12 м в виде сквозных язв диаметром 10 и 12 мм, поверхностных язв диаметром 6–23 мм и глубиной 0,5–7,0 мм и питтингов, распределенных относительно равномерно по

длине трубы. По результатам измерения методом ультразвуковой толщинометрии фактической толщины стенок по четырем секторам в местах, не пораженных язвами коррозии, недопустимого утонения стенок трубопровода – фронтальной (общей) коррозии – не обнаружено. Были проведены микроструктурные исследования с использованием растрового электронного микроскопа XL-20 металлографического шлифа (травление 5 % HNO_3 в этиловом спирте), изготовленного по толщине трубы, содержащей две расположенные рядом коррозионные язвы. Структура исследованной стали – феррито-перлитная, перлит пластинчатый, выраженной строчечности перлитных колоний не наблюдается. Поверхности коррозионных язв равномерно покрыты коррозионными отложениями.

Установлено, что процессы коррозии характеризовались относительно равномерным проникновением коррозионного разрушения вглубь металла, проходили путем образования точечных очагов коррозии – питтингов, не обладали признаками структурно-избирательного и компонентно-избирательного разрушения, коррозионного растрескивания и характерны для процессов окисления при взаимодействии металла с коррозионной средой при электрохимическом механизме коррозии. Коррозия по электрохимическому механизму характерна для почвенного вида коррозии, активного при влажном грунте: в данном случае участок является обводненным в течение весенне-летнего и осеннего периодов. Характерными ускорителями почвенной коррозии металлов в районе расположения сельхозпредприятий являются наличие в грунтовых водах оксидов азота, а также аммиак и сероводород, поступающие в грунтовые воды с органическими и неорганическими удобрениями [10–14]. В данном случае участок газопровода расположен между сельскохозяйственными угодьями, и грунт трассы газопровода с большой вероятностью загрязнен сельскохозяйственными удобрениями. Кроме того, возможность коррозии определяется внутренними факторами. Сталь СтЗсп обладает низкой коррозионной стойкостью, корродирует за счет не только кислородной, но и водородной деполяризации, а также содержит примеси S в виде сульфидов FeS и MnS, которые, разрушаясь, образуют в электролите сероводород, ускоряющий коррозионные процессы.

Были проведены расчеты скорости коррозионных повреждений металла по критериям наступления предельного состояния трубы – сквозного коррозионного повреждения или остаточной толщине стенки трубы, которая не допускает дальнейшей эксплуатации газопровода из условий обеспечения прочности [14]. Скорость язвенной (питтинговой) коррозии V_k металла газопровода рассчитывалась согласно [9] по формуле:

$$V_{k1} = \frac{V_k + V_d}{2}, \text{ где } V_k = \frac{h_0 - h_t}{t_\phi} \text{ и } V_d = \frac{d_i}{t_\phi}, \text{ причем}$$

h_0 – толщина стенки трубы в начале эксплуатации, мм;

h_t – толщина стенки в зоне дефекта, мм;

t_ϕ – фактическое время эксплуатации газопровода, лет;

V_d – скорость роста дефекта в плоскости трубы, мм/год;

d_i – наибольший размер коррозионной язвы по верхней кромке, мм.

По результатам расчета по фактически измеренным данным скорость коррозии составляет:

$$V_{k1} = \frac{V_k + V_d}{2} = 0,316 \text{ мм/год.}$$

Таким образом, расчеты свидетельствуют о наличии возможности развития интенсивной коррозии в районах криолитозоны Арктики со скоростью ≈ 1 мм в 3 года для проложенных подземным способом газопроводов, изготовленных из малоуглеродистых сталей.

Результаты исследования подтверждают, что в условиях полярных регионов России коррозионные повреждения подземных трубопроводов имеют место так же, как и в центральной и сибирской частях страны. Полученные данные указывают на необ-

ходимость учета данного типа повреждений при проектировании и строительстве трубопроводов в регионах Арктики. Кроме того, они свидетельствуют о необходимости развития и внедрения новых методов неразрушающего контроля конструкций, оборудования и технических устройств, исчерпавших нормативный срок эксплуатации.

Литература:

1. Большаков А.М. Хладостойкость трубопроводов и резервуаров Севера после длительной эксплуатации: автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – М.: Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, 2009. – 51 с.
2. Эксплуатация магистральных газопроводов в условиях Севера / А.В. Лыглаев [и др.] // Газовая промышленность. – 2001. – № 8. – С. 37–40.
3. Особенности возникновения чрезвычайных ситуаций на газопроводах в условиях Севера / Н.А. Махутов [и др.] // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87. – № 9. – С. 858–862.
4. Алексеев А.А. Экспериментальное исследование закономерностей разрушения при быстром распространении и ветвлении трещин: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Якутск : Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН, 2009. – 22 с.
5. Ветвление трещины в углеродистой стали. Механизмы разрушения / А.С. Сыромятникова [и др.] // Деформация и разрушение материалов. – 2009. – № 2. – С. 25–30.
6. Методика исследования ветвления трещины при низкотемпературных натурных испытаниях / А.А. Алексеев [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – Т. 72. – № 10. – С. 39–42.
7. ГОСТ 380–88. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки [Электронный источник]. – URL : <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294824/4294824394.htm> (дата обращения: 20.11.2018).
8. ГОСТ 10705–80. Трубы стальные электросварные. Технические условия (с изм. № 1–7) [Электронный источник]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-10705-80> (дата обращения: 20.11.2018).
9. РД 12-411-01. Инструкция по диагностированию технического состояния подземных стальных газопроводов [Электронный источник]. – URL : <http://files.stroyinf.ru/Data1/9/9956/> (дата обращения: 20.11.2018).
10. Исследование технического состояния сложных систем методом последовательного структурного анализа / П.С. Кунина [и др.] // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2015. – № 7–8. – С. 7–13.
11. Классификация технических систем по характеру отказов для проведения качественных операций технической диагностики / П.С. Кунина [и др.] // Образование. Наука. Научные кадры. – 2015. – № 5. – С. 261–265.
12. Основные факторы воздействия на техническую систему / П.С. Кунина [и др.] // Инновации и инвестиции. – 2015. – № 8. – С. 154–158.
13. Паранук А.А. Перспективные направления развития науки в области добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 31-1. – С. 68–73.
14. Методы и средства измерений, испытаний и контроля в нефтегазовой промышленности / А.А. Паранук [и др.]. – Краснодар, 2016.

Literature:

1. Bolshakov A.M. Cold resistance of pipelines and reservoirs of the North after long-term operation: Abstract of Ph. D. in Technical Sciences. – М. : A.A. Blagonravov Institute of Mechanical Engineering of RAS, 2009. – 51 p.

2. Operation of main gas pipelines in the North conditions / A.V. Lyglav [et al.] // Gas industry. – 2001. – № 8. – P. 37–40.
3. Features of emergencies at gas pipelines in the North / N.A. Makhutov [et al.] // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. – 2017. – Vol. 87. – № 9. – P. 858–862.
4. Alekseev A.A. Experimental study of fracture patterns during rapid crack propagation and branching: Ph. ... cand. of engineering sciences. – Yakutsk : Institute of Physical and Technical Problems of the North named after V.P. Larionov SB RAS, 2009. – 22 p.
5. Crack Branching in Carbon Steel. Fracture Mechanisms / A.S. Syromyatnikova [et al.] // Deformation and Fracture of Materials. – 2009. – № 2. – P. 25–30.
6. Research technique of crack branching at low temperature insitu tests / A.A. Alexeev [et al.] // Zavodskaya laboratoria. Diagnostika materialov. – 2006. – Vol. 72. – № 10. – P. 39–42.
7. GOST 380-88. Ordinary carbon steel. Marks [Electronic source]. – URL : <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294824/4294824394.htm> (accessed 20.11.2018).
8. GOST 10705-80. Electric-welded steel pipes. Technical conditions (with amendments № 1-7) [Electronic source]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-10705-80> (date of reference: 20.11.2018).
9. RD 12-411-01. Instruction on diagnosing the technical condition of underground steel gas pipelines [Electronic source]. – URL : <http://files.stroyinf.ru/Data1/9/9956/> (date of reference: 20.11.2018).
10. Study of the technical state of complex systems by the method of sequential structural analysis / P.S. Kunina [et al.] // Modern Science: Actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences. – 2015. – № 7–8. – P. 7–13.
11. Classification of technical systems by the nature of failures for qualitative operations of technical diagnostics / P.S. Kunina [et al.] // Education. Science. Scientific personnel. – 2015. – № 5. – P. 261–265.
12. Main factors of influence on the technical system / P.S. Kunina [et al.] // Innovations and Investments. – 2015. – № 8. – P. 154–158.
13. Paranuk A.A. Prospective directions of development of science in the field of production, transportation and processing of hydrocarbon raw materials // Eurasian Union of Scientists. – 2016. – № 31–1. – P. 68–73.
14. Methods and means of measurement, testing and control in the oil and gas industry / A.A. Paranuk [et al.] – Krasnodar, 2016.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ

THE USE OF COMPOSITE REINFORCEMENT

Паранук А.А.

доцент, к.т.н.,
Кубанский государственный технологический университет

Меретуков М.А.

доцент, к.т.н.,
Майкопский государственный технологический университет

Кохужева Р.Б.

доцент, к.пед.н.,
Майкопский государственный технологический университет

Казаков С.В.

аспирант,
Кубанский государственный технологический университет

Молодых А.С.

магистр 2 курса,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. В статье раскрывается проблема внедрения в практику строительства неметаллического композитного армирования и рассмотрены преимущества и недостатки композитной арматуры в сравнении со стальной арматурой, а также предложены предложения о мерах обеспечения массового внедрения композитной арматуры.

Ключевые слова: композитная арматура, арматура из стекловолокна, базальтовая арматура, стальная арматура.

Paranuk A.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Kuban State Technological University

Meretukov M.A.

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,
Maikop State Technological University

Kokhuzheva R.B.

Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences,
Maikop State Technological University

Kazakov S.V.

Postgraduate Student,
Kuban State Technological University

Molodykh A.S.

2nd year Master,
Kuban State Technological University

Annotation. The article reveals the problem of introducing non-metallic composite reinforcement into the practice of construction and considers the advantages and disadvantages of composite reinforcement in comparison with steel reinforcement, and also offers proposals on measures to ensure the mass introduction of composite reinforcement.

Keywords: composite reinforcement, fiberglass reinforcement, basalt reinforcement, steel reinforcement.

Стальная арматура дошла до такого уровня развития, что дальнейшее ее усовершенствование не имеет смысла вследствие либо необходимости в этом, либо теоретической возможности. Ее технологические свойства, которые выполняются и принимаются в соответствии с действующими стандартами, обеспечивающими решение многих задач с наименьшей стоимостью его эксплуатации в железобетоне. Однако существуют проблемы, решением которых использование композитной арматуры экономически более обосновано.

Основой композитной арматуры как изделия является материал, который образован из композитного волокна (базальт, стекло, арамид, углерод) и связующее – терморезистивная синтетическая смола (пластик). В виду высокой стоимости армирование углеродного и арамидного волокна распространения не получили.

В данной статье были рассмотрены преимущества и недостатки композитной арматуры.

Так, композитная арматура, если ее рассматривать в сравнении со стальной, обладает рядом существенных недостатков, как, например, низкий модуль упругости, низкая огнестойкость изделий армированных композитной арматурой, невозможность изготовления гнутых арматурных изделий из арматуры в состоянии поставки, невозможность использования в качестве сжатой арматуры и значительно более высокая стоимость.

Вопреки сложившемуся представлению о том, что наиболее рациональным является использование композитного армирования в конструкциях с предварительным напряжением, пока были осуществлены лишь несколько подобных примеров и в большинстве случаев в роли экспериментальных моделей. На практике оказалось, что это было неверное позиционирование в области применения, которое было просто подавлено массовым внедрением.

В дополнение к всему выше упомянутому для широкого использования композитной арматуры существуют значительные организационные трудности, а именно: отсутствие единых государственных и международных стандартов на механические свойства, методы контроля и правила приемки арматуры; различия в диаграмме деформации композитной арматуры от стальной не существует понимания по назначению расчетных характеристик, которые либо вообще неизвестны, либо обозначены производителем на основе индивидуальных соображений; недостаток точной терминологии и классификации; отсутствие нормирования методов расчета композитных бетонных конструкций и минимального процента арматуры; недостаток опыта эксплуатации изделий с такой арматурой; часто ложное обозначение в области применения; нет единой методики контроля механических свойств композитной арматуры; характеристики сцепления композитной арматуры с бетоном не контролируются каким-либо образом.

Но, Пожалуй, Самым большим препятствием при использовании композитной арматуры является полное отсутствие какой-либо нормативной базы. Единственное упоминание в текущем СНиП – это абзацы. 6.10 и 8.13 ГОСТ 31384-2008 «Защита железобетонных и железобетонных конструкций от коррозии»:

В пять раз более низкий модуль упругости по сравнению со стальной арматурой приводит к уменьшению предельной нагрузки изогнутого элемента без предварительного напряжения не только во второй группе предельных состояний, но и в первом. Высокая деформируемость композитной рабочей арматуры фактически не позволяет производить большинство конструкций, которые обычно выполняются в железобетоне. При учете того, что в качестве сжатой композитную арматуру использовать невозможно, то расчет и конструкция композитных структур не могут быть выполнены методами, которые применимы к железобетону. Уравнения равновесия действительные в отношении сечений со стальной арматурой совершенно не работают в отношении сечений с арматурой, имеющей значительно более низкий модуль упругости [1]. При уве-

личении удлинения растянутой зоны изогнутого элемента высота зоны сжатия уменьшается, а форма диаграммы напряжений изменяется таким образом, что приводит к уменьшению прочности элемента вдоль поперечного сечения.

Расчет сечения, нормального к продольной оси, композитобетонной конструкции выполняют по формулам, выбираемым в зависимости от величины фактического процента армирования:

$$\rho_{f0} = 0,85\beta_1 \frac{f_c E_f \epsilon_{cu}}{E_f \epsilon_{cu} + f_{fu}}$$

где E_f – модуль упругости композитной арматуры;
 β_1 – коэффициент полноты эпюры в сжатой среде;
 f_{fu} – расчетное сопротивление композитной арматуры.

В зависимости от соотношения ρ и ρ_{f0} принято три возможных механизма разрушения изгибаемого композитобетонного элемента при достижении предельных деформаций в сжатом бетоне, одновременном достижении деформации в сжатом бетоне и растянутой арматуре и при достижении предельных деформаций в растянутой арматуре.

Вследствие низкого модуля упругости композитной арматуры при проценте армирования ниже определенного уровня и при незначительных напряжениях в арматуре композитобетонная изгибаемая конструкция может разрушиться по бетону. Такой характер разрушения невозможен в случае сечения со стальной арматурой. По этой причине высокие прочностные показатели композитной арматуры в подавляющем большинстве случаев остаются нереализованными. Учитывая это, на стадии расчета обязательным является контроль минимального процента армирования индивидуально для каждого расчетного случая, т.к. в случае с композитной арматурой его величина не может иметь фиксированного значения, которая, к примеру, в американских нормах [1] является функцией расчетного сопротивления арматуры и геометрических параметров сечения. Таким образом, ошибки в оценке минимального процента армирования композитобетонной конструкции могут привести к разрушению сжатой зоны изгибаемого элемента на стадии образования трещин при нагрузках менее проектных.

Распространенное мнение об отсутствии необходимости контроля ширины раскрытия трещин в конструкциях армированных композитной арматурой входит в противоречия с существующими по данному направлению национальными нормами. К примеру, в соответствии с японскими нормами допускаемая ширина раскрытия трещин – 0,5 мм. Канадские нормы: 0,5 мм для конструкций, эксплуатируемых на открытом воздухе и 0,7 мм для конструкций внутри помещений. В соответствии с американским стандартом АСІ 318 требования по ширине раскрытия трещин, как со стальной арматурой, так и композитной – идентичны. Однако расчет ширины раскрытия трещин для изгибаемых композитобетонных конструкций выполняют по иному соотношению:

$$\omega = \frac{2,2}{E_f} \beta k_b f_f \sqrt{hA}$$

где E_f – модуль упругости арматуры, в Мпа;
 β – относительная высота сжатой зоны бетона, безразмерна;
 k_b – коэффициент, характеризующий силу сцепления арматуры с бетоном, безразмерный;
 f_f – напряжение в арматуре, в Мпа;
 h – высота сечения, в мм;
 A – удвоенная площадь сжатой зоны сечения, приходящейся на один стержень растянутой рабочей арматуры, в мм².

Вычисление напряжений в арматуре и высоты сжатой зоны сечения производится по принципиально иным выражениям относительно принятых в действующих

СНИП для расчета железобетонных конструкций. Коэффициент принимают от 0,71 до 1,83 в зависимости от уровня сцепления арматуры с бетоном. Для арматуры, производимой в Российской Федерации, значение данного коэффициента не известно, поскольку соответствующих экспериментальных исследований выполнено не было.

Серьезной технологической проблемой является невозможность выполнения гнутых арматурных изделий из композитной арматуры в состоянии поставки. Без гнутых изделий (хомутов, гнутых стержней, шпилек и т.д.) сконструировать армирование конструкции невозможно. Фактически производитель работ должен комплектовать объект арматурными изделиями исключительно по договоренности с производителем самой арматуры, что потенциально несет в себе значительные организационные сложности.

Весьма существенным недостатком композитобетонных конструкций в сравнении с аналогичными железобетонными является их меньшая огнестойкость. Огнестойкость изделий в значительной степени зависит от конструкции ее армирования и величины защитного слоя.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что минимальное значение предела огнестойкости составляет 13 минут для изгибаемых конструкций, при этом разрушение является хрупким [2]. При интенсивном разогреве рабочей арматуры до 100 °С происходит активное выделение пара из смежных со стержнем микротрещин бетона. При этом мгновенно повышается давление на поверхности арматуры, что приводит к разрушению волокна. Логично предположить, что предел огнестойкости может значительно отличаться для различных производителей арматуры, а также зависеть от материала ролинга¹, однако, очевидно, что композитную арматуру нельзя применять без специальных конструктивных мероприятий либо дополнительной огнезащиты несущих конструкций, к которым предъявляются требования по огнестойкости.

В железобетонных изделиях повсеместно заменить стальную арматуру на композитную очень сложно. Благодаря существующему соотношению цен со стальной арматурой, использование композитной арматуры целесообразно и эффективно только в том случае, если необходимо использовать ее свойства, которых нет в стальной арматуре [5–7]. Прежде всего, это касается химической стойкости, радиопрозрачности и диэлектрических свойствах.

Чтобы расширить область широкого применения композитного армирования в строительстве, необходимо предпринять такие меры, как разработка стандартов, регулирующих требования к качеству арматуры, ее механическим свойствам и методам контроля, строительных норм, установка требования к контролируемым параметрам в предельных состояниях и подготовка предложений по оценке характеристик периодического профиля арматуры.

До реализации этих мер можно проектировать композитобетонные конструкции только с использованием иностранных стандартов проектирования и исключительно под арматуру конкретного производителя.

Литература:

1. ACI 440.1R-06 Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars // American Concrete Institute, 2006. – 44 p.
2. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции. – М. : Стройиздат, 1980. – 104 с.
3. Композиционные материалы / Васильев В.В. [и др.]. – М. : Машиностроение, 1990.
4. Гартемова Е.Б. Стекло и стеклопластики. – Волгоград : Издательство ВолгГасу, 2006. – 124 с.
5. Трубопроводный транспорт нефти и газа : учебное пособие / Кунина П.С. [и др.]. – Майкоп, 2020.

6. Паранук А.А., Хрисониди В.А., Мамий С.А. Газоперекачивающие агрегаты. – Яблоновский, 2019.

7. 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.

Literature:

1. ACI 440.1R-06 Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars // American Concrete Institute, 2006. – 44 p.

2. Frolov N.P. Fiberglass reinforcement and fiberglass concrete structures. – М. : Stroyizdat, 1980. – 104 p.

3. Composite materials / V.V. Vasiliev [et al.]. – М. : Mechanical Engineering, 1990.

4. Gartemova Ye.B. Glass and fiberglass. – Volgograd : VolgGasu Publishing House, 2006. – 124 p.

5. Pipeline transport of oil and gas: tutorial / P.S. Kunina [et al.]. – Maykop, 2020.

6. Parasuk A.A., Khrononidi V.A., Mamiy S.A. Gas pumping units. – Yablonovsky, 2019.

7. Parasuk A.A., Prikhodko M.G., Khrononidi V.A. Calculation of shut-off and control valves // Training manual for the implementation of the course. – Krasnodar, 2016.

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
ДЛЯ НУЖД ОТОПЛЕНИЯ ТРЁХЭТАЖНОГО ЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ
В ГОРОДЕ СТЕРЛИТАМАК**

**ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING RENEWABLE ENERGY
SOURCES FOR THE HEATING NEEDS
OF A THREE-STOREY BUILDING IN THE CITY OF STERLITAMAK**

Пахомов Роман Анатольевич

к.т.н., доцент кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
rapakhomoff@mail.ru

Сушко Артем Александрович

студент кафедры теплоэнергетики и теплотехники,
Кубанский государственный технологический университет
artem.sushko9905@mail.ru

Аннотация. В данной статье анализируются возможности использования возобновляемых источников энергии для нужд отопления трёхэтажного этажного здания в городе Стерлитамак и предлагается наиболее эффективное решение, которое способствует снижению вредного воздействия энергетики на окружающую среду.

Ключевые слова: солнечный коллектор, отопление, тепловая энергия, возобновляемые источники энергии.

Pakhomov Roman Anatolievich

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

Sushko Artem Alexandrovich

Student,
Department of Heat Power Engineering and Heat Engineering,
Kuban State Technological University
artem.sushko9905@mail.ru

Annotation. This article analyzes the possibilities of using renewable energy sources for heating a three-storey building in the city of Sterlitamak and proposes the most effective solution that helps to reduce the harmful effects of energy on the environment.

Keywords: solar collector, heating, thermal energy, renewable energy sources.

В связи положениями Федерального Закона N 98033104-2 «О государственной политике в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии» целью государственной политики в сфере использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии, является: улучшение социального положения населения; сокращение бюджетных затрат на энергообеспечение; снижение вредного воздействия энергетики на окружающую среду; сохранение для будущих по-

колений невозобновляемых источников энергии. Именно поэтому данная работа посвящена анализу возможности использования возобновляемых источников энергии для нужд отопления трёхэтажного этажного здания в городе Стерлитамак. В результате расчета теплотеря помещений трёхэтажного жилого здания расположенного в городе Стерлитамак, выполненного в ходе проектирования, тепловая нагрузка Q Вт, трёхэтажного этажного жилого здания составила 41853,569 Вт.

Исходя из географического положения города Стерлитамак для отопления трёхэтажного жилого здания предлагается использовать такие нетрадиционные возобновляемые источники энергии как: солнечная энергия, энергия ветра, геотермальные источники энергии.

Солнечная энергия. Работа солнечного коллектора напрямую зависит от географических координат (для города Стерлитамак – 53,38 градуса северной широты) и от среднемесячного суточного поступления суммарной и диффузионной солнечной радиации на горизонтальную и наклонную поверхность (сумма прямой солнечной радиации на нормальную к лучу поверхность на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности $6,05 \text{ МВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ за время отопительного периода, сумма рассеянной солнечной радиации на нормальную к лучу поверхность на горизонтальную поверхность $2,8 \text{ МВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ за время отопительного периода). Отопительный период с Сентября по Апрель. Использование солнечных коллекторов для города Стерлитамак возможно исходя из количества солнечных дней и достаточного уровня инсоляции в среднем $3,1 \text{ МВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ за время отопительного сезона.

Далее приведена оценка установки солнечного коллектора с учетом максимальной нагрузки 41853,569 Вт на весь дом (покрытие всей нагрузки тепловой энергией вырабатываемой солнечными коллекторами) и минимальной 13263,12 Вт для покрытия нагрузки теплого пола первого этажа (покрытие остальной нагрузки за счет централизованной системы отопления). Среднемесячная выработка тепловой энергии солнечными коллекторами указана в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Среднемесячная выработка тепловой энергии солнечными коллекторами, кВт·ч/сут.

Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
27,66	17,29	14,15	12,87	13,51	22,87	35,27	39,48

Выбрано 5 солнечных коллекторов с вакуумными трубками SCH-12 [1]. Общая площадь занимаемая коллекторами 25 м^2 . КПД солнечного коллектора составляет 84 %. Для данного решения выбран бак-аккумулятор Austria Email PSF 3000 объемом 3000 л [2]. Выбран насос WILLO TOP-S 65/15 напор 14,5 м, расход $1,788 \text{ м}^3/\text{ч}$ [3]. Исходя из необходимости снижения шума насосов, установка насосов предусматривается на специальных виброизолирующих основаниях с глушением колебаний. Расчет экономической эффективности и срока окупаемости солнечных коллекторов указана в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Расчет экономической эффективности и срока окупаемости солнечных коллекторов

Параметр	Значение
Расход электрической энергии на привод насоса, кВт·ч	12,8
Стоимость затраченной энергии на нагрев воды солнечным коллектором составит, руб.	44,8
Цена одного кубометра воды при нагреве солнечным коллектором, руб.	16,18
Цена одного кубометра воды при нагреве централизованной системой отопления, руб.	100,8
Экономия на один кубометр воды при использовании солнечного коллектора по сравнению с централизованной системой отопления, руб.	84,62
Экономия при использовании солнечного коллектора по сравнению с централизованной системой отопления, тыс.руб	285,68
Капитальные вложения, тыс.руб.	650,5
Срок окупаемости солнечного коллектора по сравнению с централизованной системой отопления, лет	2,28

Вывод: в результате анализа использования солнечной энергии для города Стерлитамак выбраны солнечные коллектора с вакуумными трубками SCH-12 и вспомогательное оборудование. Общая площадь занимаемая коллекторами составляет 25 м². Суммарная площадь крыши составляет 384 м², данной площади достаточно для покрытия нагрузки первого этажа, а также обеспечения необходимого прохода для доступа обслуживающего персонала к коллекторам. Также выполнен расчет экономической эффективности и срока окупаемости солнечных коллекторов, который показал что срок окупаемости составил 2,28 лет, все вышесказанное доказывает, что установка данного оборудования в городе Стерлитамак возможна.

Энергия ветра. Работа ветрогенератора напрямую зависит от скорости ветра. При средней скорости ветра меньше 3 м/с их установка не рекомендуется согласно СНиП 2.04.05-91*, а использование ветрогенераторов при скорости менее 5 м/с является не экономичным. Скорость ветра в г. Стерлитамак указана в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Скорость ветра в г. Стерлитамак

Город	Средняя скорость, м/с	Средняя скорость ветра в каждом месяце отопительного периода, м/с							
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Стерлитамак	2,7	2,5	2,8	2,4	2,7	2,9	3,2	3,0	3,1

Далее приведена оценка установки ветрогенератора с учетом максимальной нагрузки 41853,569 Вт на весь дом (покрытие всей нагрузки тепловой энергией вырабатываемой солнечными коллекторами) и минимальной 13263,12 Вт для покрытия нагрузки теплого пола первого этажа (покрытие остальной нагрузки за счет централизованной системы отопления). Среднемесячная выработка электроэнергии ветрогенераторами, кВт·ч/сутки указана в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Среднемесячная выработка электроэнергии ветрогенераторами, кВт·ч/сут.

Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
34,03	38,00	37,37	42,58	39,44	38,16	34,48	32,01

Выбрано 15 ветрогенераторов НУ-600 с высотой мачты 40 м [4]. Стоимость каждого 120 тыс. руб, стоимость 1 кВт в час вырабатываемое ветрогенераторами 2,63 руб, тариф в республике Башкортостан 3,50 руб. за 1 кВт. Срок окупаемости составил 24,53 года.

Вывод: в результате анализа использования энергии ветра для города Стерлитамак выбраны 15 ветрогенераторов НУ-600 с высотой мачты 40 м. Также выполнен расчет экономической эффективности и срока окупаемости ветрогенераторных установок который показал, что срок окупаемости составил 24,53 лет. Данное решение в сравнении установкой солнечных коллекторов является с экономической точки зрения менее эффективным. Это доказывает, что установка данного оборудования в городе Стерлитамак невозможна.

Геотермальные источники энергии. Геотермальные ресурсы делятся на гидротермальные и петрогеотермальные. Оценка данного города показывает, что плотность прогнозируемых гидротермальных, а также петрогеотермальных ресурсов составляет меньше 1 т.у.т на м², что в сравнении с другими районами России имеет минимальные значения [5].

Вывод: в результате анализа использования геотермальных источников энергии для города Стерлитамак выявлено, что плотность прогнозируемых гидротермальных, а также петрогеотермальных ресурсов недостаточна для целесообразного использования геотермальной энергии в городе Стерлитамак.

В результате изучения был получен материал, анализ которого позволил заключить, что для нужд отопления трёхэтажного этажного здания в городе Стерлитамак выявлено, что установка солнечных коллекторов является наиболее эффективным решением, которое способствует снижению вредного воздействия энергетики на окружающую среду.

Литература:

1. АНДИ Групп [Электронный ресурс] // Каталог / Солнечные коллекторы / Панель. – URL : <https://andi-grupp.ru/katalog/solnechnye-kollektory/panel/vakuumnyy-solnechnyy-kollektor-sch-12/> (Дата обращения:16.10.2021)
2. Термомир [Электронный ресурс] // Главная / водонагреватели накопительные / буферные емкости / austria email / sf 3000. – URL : <http://thermomir.ru/subitem/buferная-емкость-austria-email-psf-3000> (Дата обращения:16.10.2021)
3. WILO [Электронный ресурс] // Главная / Продукция / Продукты и профессиональный опыт / Wilo-TOP-S/TOP-S 65/15. – URL : <https://wilo.com/ru/ru/Продукция/ru/produkty-i-professionalnyy-opyt/wilo-top-s/top-s-65-15> (Дата обращения:16.10.2021)
4. Helios House [Электронный ресурс] // Каталог продукции / Ветрогенераторы. – URL : <https://www.helios-house.ru/vetrogenerator/426-vetrogenerator-600vatt-24-volt-s-pyatyu-lopastyami/view-details.html> (Дата обращения:16.10.2021)
5. Богуславский Э.И. Освоение тепловой энергии недр. – М. : Спутник, 2018. – 448 с.
6. Перспективные разработки для систем электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии / Б.Х. Гайтов [и др.] // Наука Кубани. – 2014. – № 4. – С. 39–44.
7. Расчеты нестационарных процессов в элементах энергооборудования: монография / Р.А. Пахомов [и др.]. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – 58 с.
8. Оценка долговечности элементов котлоагрегатов / П.С. Кунина [и др.] // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 118–121.

Literature:

1. ANDI Group [Electronic resource] // Catalog / Solar Collectors / Panel. – URL : <https://andi-grupp.ru/katalog/solnechnye-kollektory/panel/vakuumnyy-solnechnyy-kollektor-sch-12/> (Date of the application:16.10.2021)
2. Thermoworld [Electronic resource] // Main / Storage water heaters / Buffer tanks / austria email / psf 3000. – URL : <http://thermomir.ru/subitem/buferная-емкость-austria-email-psf-3000> (Date of the application:16.10.2021)
3. WILO [Electronic resource] // Home / Products / Products and professional experience / Wilo-TOP-S/TOP-S65/15. – URL : <https://wilo.com/ru/ru/Products/ru/produkty-i-professionalnyy-opyt/wilo-top-s/top-s-65-15> (Date of the application:16.10.2021)
4. Helios House [Electronic resource] // Product catalog / Wind generators. – URL : <https://www.helios-house.ru/vetrogenerator/426-vetrogenerator-600vatt-24-volt-s-pyatyu-lopastyami/view-details.html> (Date of the application:16.10.2021)
5. Boguslavsky E.I. The development of thermal energy of the subsoil. – M. : Sputnik, 2018. – 448 p.
6. Perspective developments for power supply systems based on renewable energy sources / B.Kh. Gaitov [et al.] // Nauka Kubani. – 2014. – № 4. – P. 39–44.
7. Calculations of non-stationary processes in the elements of power equipment: monograph / R.A. Pakhomov [et al.]. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2013. – 58 p.
8. Estimation of the durability of boiler unit elements / P.S. Kunina [et al.] // Territoria Neftegaz. – 2015. – № 10. – P. 118–121.

**ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ПЕРЕКАЧКИ НЕФТИ
И НЕФТЕПРОДУКТОВ И СТРУКТУРА
СОВРЕМЕННОГО НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДА**

**THE FEASIBILITY OF SEQUENTIAL PUMPING OF OIL
AND PETROLEUM PRODUCTS AND THE STRUCTURE
OF A MODERN OIL PRODUCT PIPELINE**

Самайкин Максим Дмитриевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
samaykin.m23@gmail.com

Шиян Станислав Иванович

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

Шавинян Давид Камоевич

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

Малышкова Марина Леонидовна

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
marmal2311@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

Аннотация. В данной статье рассмотрены метод последовательной перекачки нефти и нефтепродуктов, а также структура современного разветвленного нефтепродуктопровода.

Ключевые слова: последовательная перекачка, продукты нефтепереработки, теория сме-сеобразования, современный нефтепродуктопровод, распределительный трубопровод.

Samaykin Maksim Dmitrievich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
samaykin.m23@gmail.com

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Shavinyan David Kamoevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Business»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
Shavinyan.@mail.ru

Malyshkova Marina Leonidovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Business»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
marmal2311@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

Annotation. This article discusses the method of sequential pumping of oil and petroleum products, as well as the structure of a modern branched oil product pipeline.

Keywords: sequential pumping, oil refining products, mixing theory, modern oil product pipeline, distribution pipeline.

Целесообразность осуществления последовательной перекачки. Метод последовательной перекачки нефти и нефтепродуктов заключается в том, что различные по качеству углеводородные жидкости отдельными партиями определенных объемов перекачиваются по одному трубопроводу. При этом достигается максимально возможное использование пропускной способности трубопровода и освобождаются другие виды транспорта (железнодорожный, водный, автомобильный) от параллельных перевозок нефти и нефтепродуктов.

Широкое внедрение последовательной перекачки вызвано особенностями работы трубопроводов. Во-первых, нефти, добываемые в пределах даже одного месторождения, имеют различный фракционный состав. Из одних с небольшими затратами можно выработать высококачественные масла, из других – высокооктановые бензины. Смешивать такие нефти перед перекачкой или в процессе их перекачки на НПЗ нецелесообразно, т.к. извлечение из смеси наиболее ценных для каждой нефти фракций усложняется и удорожается. С другой стороны, разные по качеству нефти на мировом рынке продаются по разным ценам (например, марка Brent дороже, чем Urals). Строить же для каждой нефти отдельный трубопровод экономически неоправданно. Более предпочтителен вариант их последовательной (друг за другом) перекачки по одному трубопроводу. Во-вторых, продукты нефтепереработки (бензины, керосины, дизельные топлива) поставляются потребителям, как правило, по трубопроводам. Обычно объемы отдельно взятых нефтепродуктов либо недостаточны для строительства самостоятельных трубопроводов, либо позволяют сооружать лишь мало мощные нефтепродуктопроводы для каждого нефтепродукта в отдельности. Поэтому если направления транспортировки нефтепродуктов совпадают, экономически целесообразнее построить один трубопровод большого диаметра и различные нефтепродукты перекачивать по нему

последовательно. В-третьих, в условиях нефтебаз последовательная перекачка неизбежна, так как практически невозможно построить отдельные трубопроводы для каждого нефтепродукта.

О том, где впервые была применена последовательная перекачка, достоверных данных нет. В 1929 г. в США были проведены опыты по перекачке бутана и трех сортов бензина по трубопроводу длиной 1290 км и диаметром 0,2 м. В нашей стране последовательная перекачка была впервые осуществлена в 1927 г. По трубопроводу Грозный – Махачкала следом за нефтью перекачивалась вода, необходимая для охлаждения дизельных двигателей на насосных станциях. В ходе этой перекачки было установлено, что при соблюдении некоторых условий (скорость потока 1 м/с и выше, безостановочность перекачки) объем образующейся смеси невелик.

В начале 30-х гг. на нефтепродуктопроводе Баку-Батуми прямым контактированием последовательно перекачивались взаиморастворимые нефтепродукты – керосин и газойль. Эту перекачку организовал инженер А.А. Кашеев.

В 1943 г. технология последовательной перекачки была узаконена: Главнефтебиз при Совете Министров СССР принял решение о практическом осуществлении последовательной перекачки светлых нефтепродуктов. А в 1944 г. такая перекачка начала применяться на магистральном трубопроводе Астрахань – Саратов. Этот опыт также подтвердил, что при турбулентном режиме перекачки объем образующейся смеси невелик.

Приближенная теория смесеобразования при последовательном движении жидкостей, как при ламинарном, так и при турбулентном режимах течения, впервые была создана В.С. Яблонским. Дальнейшее развитие теория последовательной перекачки получила в работах Г.З. Закирова, М.В. Лурье, В.И. Марона, М.В. Нечваля, В.Ф. Новоселова, П.И. Тугунова, К.Д. Фролова, В.А. Юфина и других ученых. Проводимые исследования по последовательной перекачке как у нас в стране, так и за рубежом способствовали широкому внедрению этого метода в практику эксплуатации магистральных трубопроводов.

В основном, последовательно перекачиваются нефтепродукты. Поэтому дальнейшее изложение материала будет вестись применительно к их транспортировке.

Современный нефтепродуктопровод является сложной разветвленной системой, которая в общем случае состоит из магистральной части, подводящих и распределительных трубопроводов, сложных и простых отводов, головной и промежуточных перекачивающих станций, наливных и конечных пунктов.

Схема разветвленного нефтепродуктопровода приведена на рисунке 1.

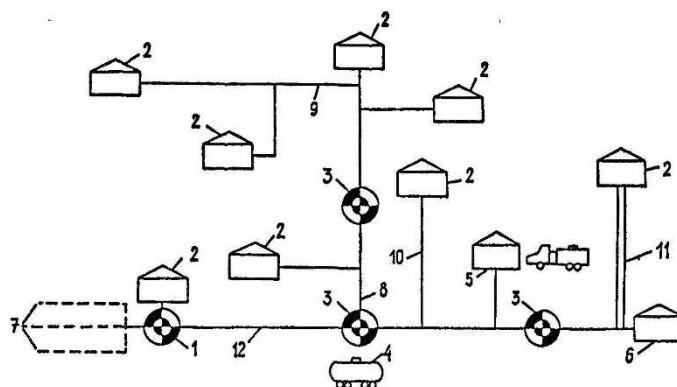


Рисунок 1 – Схема разветвленного нефтепродуктопровода:

- 1 – головная перекачивающая станция; 2 – нефтебаза; 3 – промежуточная перекачивающая станция;
- 4 – железнодорожный наливной пункт; 5 – автоналивной пункт; 6 – конечный пункт;
- 7 – подводящие трубопроводы; 8 – распределительный нефтепродуктопровод; 9 – сложный отвод;
- 10 – отвод однострунный; 11 – отвод двухтрубный; 12 – магистральная часть

Магистральная часть нефтепродуктопровода (магистраль) отличается тем, что:

- имеет в начале резервуарный парк, рассчитанный на полную пропускную способность;
- может иметь промежуточные перекачивающие станции;
- работает постоянно в расчетный период;
- к ней подключены распределительные трубопроводы и отводы.

Распределительный трубопровод предназначен для доставки нефтепродуктов от магистрали к предприятиям их распределения и районам их потребления. В начале распределительного трубопровода находится необходимая резервуарная емкость и перекачивающая станция. Если распределительный трубопровод имеет большую протяженность, то на нем размещают промежуточные перекачивающие станции. Заканчивается распределительный трубопровод резервуарным парком нефтебазы или наливного пункта.

Сложным отводом называется трубопровод, подключаемый к распределительному трубопроводу или к магистрали и имеющий разветвленную структуру. Простой отвод может быть однострубным – состоящим из одного трубопровода – или многотрубным – состоящим из двух или нескольких трубопроводов. Отводы не имеют резервуарной емкости в своем начале и перекачивающих станций.

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.

9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.

10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.

11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.

8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.

9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.

10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.

11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

OIL PREPARATION PROCESSES

Самайкин Максим Дмитриевич

студент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
samaykin.m23@gmail.com

Шавинян Давид Камоевич

студент кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
Shavinyan.@mail.ru

Музыкантова Анна Викторовна

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Подготовку нефти начинают на протяжении всего участка: от скважины, где нефть добывается и до магистральных нефтепроводов. Размещение любого оборудования должно быть целесообразным, а самое главное экономически выгодным.

Ключевые слова: эмульсия, нефть, газ, пласт, обезвоживание, обессоливание.

Samaykin Maxim Dmitrievich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
samaykin.m23@gmail.com

Shavinyan David Kamoevich

Student of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
Shavinyan.@mail.ru

Muzykantova Anna Viktorovna

Senior Lecturer of the Department of Equipment for Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University

Annotation. Oil preparation begins throughout the entire section: from the well where oil is extracted to the main oil pipelines. The placement of any equipment should be appropriate, and most importantly cost-effective.

Keywords: emulsion, oil, gas, reservoir, dehydration, desalination.

Процесс обезвоживания – это разрушение нефтяных эмульсий, которые образуются при добыче нефти за счет закачки воды в пласт. Обессоливание же – это процесс удаления из нефти минеральных солей (чаще всего хлористых). Стабилизация нефти необходима для отгонки из нефти легких жидких фракций и углеродных газов.

Если совместить установки обезвоживания, обессоливания и стабилизации необходимо учесть параметры их работы. Процесс обезвоживания, обессоливания и стабилизации возможен при температурах от 50 до 100 °С. Так же необходимо учитывать и количество ступеней для обессоливания нефти, а это зависит от характеристики добываемой нефти. Обезвоживание и обессоливание осуществляется с применением тер-

мохимического и электрического методов, еще необходимо центрифугирование, фильтрация и ряд других. Сущность этих процессов аналогична, так как процессы обессоливания не могут протекать без процесса обезвоживания, и наоборот. Основные факторы, способствующие нормальному протеканию процессов: температура, деэмульгатор и электрическое поле. Технический персонал должен знать основы тепловых и технологических расчетов, используемых на установке теплообменников и подогревателей нефти и воды.

Таким образом, проанализировав полученную информацию было установлено, что подготовку нефти целесообразнее проводить на установках с наименьшим капиталовложением и эксплуатационными затратами на 1 т нефти, размещая их в пунктах максимальной концентрации нефти (товарные парки и др.). Так же, необходимо учесть в каких условиях произведен сбор, транспорт и хранение нефти, что и определит процессы стабилизации нефти.

Литература:

1. Величко Е.И., Музыкантова А.В., Иноземцев Д.А. Анализ причин отказов газотурбинных приводов газоперекачивающих агрегатов // REFERATOTECH: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 69–72.

2. Иноземцев Д.А., Величко Е.И., Музыкантова А.В. Современное состояние методов и средств диагностирования систем трубопроводного транспорта // REFERATOTECH: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 133–136.

3. Иноземцев Д.А., Слепцов А.А. Современные конвертированные авиадвигатели на основе НК-12 // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – Т.1. – С. 215–217.

4. Традиционные методы охлаждения камер сгорания ГТУ / Д.А. Иноземцев, [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех : Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т., Краснодар: «Издательский Дом – Юг», 2021. – Т. 1. – С. 236–238.

5. Величко Е.И., Иноземцев Д.А. Методы и средства контроля технического состояния компрессорной установки // Рассохинские чтения : Материалы международной конференции, Ухта, 04–05 февраля 2021 года / Под редакцией Р.В. Агиней. – Ухта : Группа оперативной полиграфии «УГТУ», 2021. – С. 50–53.

6. Иноземцев Д.А., Терещенко И.А. Техническое обслуживание конвертированных авиационных двигателей при планово-предупредительной системе // Наука. Новое поколение. Успех : материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2021. – Т. 1. – С. 224–226.

Literature:

1. Velichko E.I., Muzykantova A.V., Inozemtsev D.A. Analysis of the causes of failures of gas turbine drives of gas pumping units // REFERATOTECH: Materials of the International scientific and practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 69–72.

2. Inozemtsev D.A., Velichko E.I., Muzykantova A.V. The current state of methods and means of diagnosing systems of pipewire transport // REFERATOTECH: Materials of the International scientific and practical conference: in 3 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 133–136.

3. Inozemtsev D.A., Sleptsov A.A. Modern converted aircraft engines based on NK-12 // Nauka. A new generation. Success : Proceedings of the II International scientific and practical conference in 2 volumes. – Krasnodar : Publishing House – South, 2021. – Vol. 1. – P. 215–217.

4. Traditional methods of cooling the combustion chambers of gas turbines / D.A. Inozemtsev [et al.] // Science. A new generation. Success : Materials of the II International Scientific and Practical Conference: in 2 volumes. – Krasnodar : Publishing House – South, 2021. – Vol. 1. – P. 236–238.

5. Velichko E.I., Inozemtsev D.A. Methods and means of monitoring the technical condition of the compressor unit // Rassokhin readings : Proceedings of the international conference, Ukhta, February 04–05, 2021 / Edited by R.V. Agin. – Ukhta : Operational Printing Group «UGTU», 2021. – P. 50–53.

6. Inozemtsev D.A., Tereshchenko I.A. Maintenance of converted aircraft engines with a planned warning system // Nauka. The new generation. Success : materials of the II International Scientific and Practical Conference: in 2 volumes. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2021. – Vol. 1. – P. 224–226.

ПРОМЫСЛОВАЯ ПОДГОТОВКА НЕФТИ

FIELD OIL PREPARATION

Самарин Михаил Анатольевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@tyandex.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Линдюк Даниил Романович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
topvel.ru@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы промышленной подготовки нефти. Обозначены цели, методы, процессы, связанные с подготовкой нефти к транспорту.

Ключевые слова: нефть, промышленная подготовка нефти, сепарация, эмульсии, обезвоживание нефти, обессоливание, дегазация.

Samarin Mikhail Anatolyevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
samarin1901@tyandex.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Lindiuk Daniil Romanovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
topvel.ru@yandex.ru

Annotation. The article deals with the issues of field oil preparation. The goals, methods, and processes related to the preparation of oil for transportation are outlined.

Keywords: oil, field oil preparation, separation, emulsions, oil dewatering, desalination, degassing.

В общем случае из скважин извлекается смесь из нефти, попутного газа, воды и твердых частиц. В таком виде транспортировать продукцию скважин по магистральным нефтепроводам нельзя. Во-первых, вода – это балласт, который к тому же вызывает ускоренную коррозию трубопроводов. Во-вторых, скопления газа в

вершинах профиля трассы и воды в пониженных точках трассы создают дополнительное сопротивление течению нефти. В-третьих, механические примеси вызывают абразивный износ оборудования.

Целью промысловой подготовки является ее дегазация, обезвоживание, обессоливание и стабилизация.

Дегазация нефти осуществляется в аппарате, который называется сепаратором, а сам процесс – сепарацией. Процесс сепарации осуществляется в несколько этапов (ступеней). Чем больше ступеней сепарации, тем меньше газа содержится в нефти. Сепараторы бывают вертикальные, горизонтальные и гидроциклонные.

Вертикальный сепаратор представляет собой цилиндрический корпус с патрубками для ввода смеси и выхода жидкой и газовой фаз.

Достоинствами вертикальных сепараторов являются относительная простота регулирования уровня жидкости, а также доступность очистки от отложений парафина и механических примесей. Эти сепараторы занимают небольшую площадь, что особенно важно в условиях морских промыслов.

В горизонтальных сепараторах используется такой же технологический прием, как и в вертикальных сепараторах. Иногда для повышения эффективности процесса сепарации в горизонтальных сепараторах устанавливают гидроциклоны. В гидроциклоне нефть образует нисходящий вихрь и под действием центробежной силы прижимается к стенкам, а очищенный от капель жидкости газ движется в центре. Горизонтальные сепараторы имеют большую производительность и эффективность сепарации по сравнению с вертикальными сепараторами.

Обезвоживание – одна из основных операций промысловой подготовки нефти. При движении пластовой жидкости по НКТ в стволе скважины и по промысловым трубопроводам образуется водонефтяная эмульсия – механическая смесь нерастворимых друг в друге жидкостей. По характеру дисперсионной среды и дисперсной фазы различают два типа эмульсий: «нефть в воде» и «вода в нефти». Тип образующейся эмульсии зависит от соотношения объемов фаз, от температуры и поверхностного натяжения на границе «нефть–вода».

Для разрушения эмульсий применяют разные методы. При высоком содержании воды в пластовой жидкости используют гравитационное разделение в отстойниках периодического и непрерывного действия.

Метод внутритрубой деэмульсации заключается в том, что в смесь нефти и воды добавляется специальное вещество – деэмульгатор в количестве до 20 г на тонну эмульсии. Деэмульгатор разрушает бронирующую оболочку капель воды и тем самым обеспечивает условия для их слияния при столкновениях. В дальнейшем крупные капли легко отделяются в отстойниках за счет разности плотностей фаз.

Подогрев пластовой жидкости увеличивает скорость гравитационного разделения эмульсии за счет снижения прочности бронирующих оболочек капель воды и уменьшения вязкости нефти.

Используется также отделение воды от нефти в поле центробежных сил, создаваемом центрифугами. При обезвоживании содержание воды в нефти доводится до 2 %.

Обессоливание нефти осуществляется смешением нефти с пресной водой, после чего искусственную эмульсию вновь обезвоживают. При этой операции содержание солей в нефти доводится до величины менее 0,1 %.

Стабилизация нефти – это отделение от нее легких фракций (пропан-бутановых и бензиновых) с целью уменьшения потерь нефти при ее транспортировке за счет испарения. Стабилизация осуществляется методом горячей сепарации или методом ректификации. При горячей сепарации нефть подогревается до 40–80 °С, а затем подается в сепаратор. Выделяющиеся легкие углеводороды направляются в холодильную установку, где более

тяжелые конденсируются, а более легкие собираются и закачиваются в газопровод. К степени стабилизации товарной нефти предъявляются жесткие требования: давление упругости паров при 38 °С не должно превышать 0,066 МПа (500 мм рт. ст.).

Литература:

1. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.

2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.

3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.

4. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доразработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.

5. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.

6. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.

7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.

8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.

9. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.

10. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.

11. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

12. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

13. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.

14. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

15. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

16. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.

Literature:

1. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV₁₁₋₂ facility of the Samotlor field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 2. – P. 55–72.

2. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.

3. Antonov E.N., Shiyani S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.

4. Shapkov E.N., Shiyani S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.

5. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Краснодар : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

6. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Краснодар : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

7. Shiyani S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 1. – P. 291–301.

8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyani S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.

9. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV 4-5 formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.

10. Brizhan V.V., Shiyani S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 300–314.

11. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

12. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

13. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.

14. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

15. Shiyan S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

16. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

ПЕРВИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ

FIELD GAS PURIFICATION

Самарин Михаил Анатольевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@tyandex.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Соловьёв Михаил Дмитриевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
solovej2001@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрена первичная переработка нефти. Дано подробное описание процессу перегонки нефти для получения различных фракций, а также описание самих фракций, их свойства и характеристики.

Ключевые слова: нефтепереработка, первичная переработка нефти, перегонка нефти, нефтепродукты, фракции.

Samarin Mikhail Anatolyevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
samarin1901@tyandex.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Solovjev Mikhail Dmitrievich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
solovej2001@bk.ru

Annotation. This article discusses the primary processing of oil. A detailed description of the oil distillation process for obtaining various fractions is given, as well as a description of the fractions themselves, their properties and characteristics.

Keywords: oil refining, primary oil refining, oil distillation, petroleum products, fractions.

Поступающую на нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) нефть и получаемые из нее продукты проходят следующие стадии:

- подготовка нефти к переработке (обезвоживание до 0,2 % воды и обессоливание до 6 г солей на литр нефти);
- первичная переработка нефти;
- вторичная переработка нефти;
- очистка нефтепродуктов.

Переработка нефти начинается с ее первичной перегонки. Этот процесс является изобретением технологов-нефтяников и основан на свойстве нефти, определяемом графиком разгонки. Нефть – это сложная смесь большого количества взаимно растворимых углеводородов, имеющих различные температуры начала кипения. В упрощенном виде: чем длиннее молекула углеводорода, тем выше его точка кипения.

Сырьем для установок первичной перегонки служат нефть и газовый конденсат. Их разделяют на фракции для последующей переработки или использования как товарных продуктов. При первичной переработке нефти проводят ее атмосферную перегонку и вакуумную перегонку мазута. Эти процессы осуществляют на атмосферных трубчатых (АТ) установках и вакуумных трубчатых (ВТ) установках.

На АТ-установках осуществляют неглубокую перегонку нефти с получением бензиновых, керосиновых, дизельных фракций и мазута. ВТ-установки предназначены для углубления переработки нефти. На этих установках из мазута получают газойлевые, масляные фракции и гудрон, которые используют в качестве сырья в процессах вторичной переработки нефти.

Процесс перегонки происходит в ректификационной колонне, представляющей собой вертикальный цилиндрический аппарат высотой до 30 м и диаметром до 4 м. Внутреннее пространство колонны разделено на отсеки большим количеством горизонтальных дисков (тарелок), в которых имеются отверстия для прохождения через них паров нефти.

Перед закачкой в колонну нефть нагревают в трубчатой печи до температуры 360–390 °С. При этом бензин, нефть (лигроин), керосин, легкий и тяжелый газойль переходят в парообразное состояние, а жидкая фаза с более высокой температурой кипения представляет собой мазут. После ввода горячей смеси в колонну мазут стекает вниз, а углеводороды в парообразном состоянии поднимаются вверх.

Смесь горячей жидкости и пара поднимаясь по колонне и остывая постепенно конденсируется. Вначале отделяются и опускаются на дно последовательно конденсируются и оседают на дно тарелок пары более легких фракций. Особенность процесса ректификации заключается в том, что горячие пары, поднимаясь, поочередно проходят через слои горячего конденсата. Количество тарелок в колонне должно быть таким, чтобы общий расход сливающихся с них готовых продуктов перегонки был равен расходу сырой нефти, подаваемой внутрь колонны. Несконденсировавшиеся пары углеводородов направляются на газофракционирование, где из них получают сухой газ, пропан, бутан и бензиновую фракцию.

При первичной перегонке нефти получают широкий ассортимент фракций и нефтепродуктов, различающихся по границам температур кипения, углеводородному и химическому составу, вязкости, температурам вспышки, застывания и другим свойствам.

В зависимости от технологии перегонки нефти пропан-бутановую фракцию получают в сжиженном или газообразном состоянии. Ее используют в качестве сырья на газофракционирующих установках с целью производства индивидуальных углеводородов, бытового топлива, компонента автомобильного бензина.

Фракцию именуют нефтепродуктом, если ее свойства отвечают нормам стандарта или техническим условиям на товарный продукт, не требующий дополнительного передела.

Бензиновая фракция с пределами выкипания 28–180 °С преимущественно подвергается вторичной перегонке для получения узких фракций (28–62, 62–85, 85–105 °С и др.). Эти фракции служат сырьем для процессов изомеризации, каталитического риформинга с целью получения индивидуальных ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилолов), высокооктановых компонентов автомобильных и авиационных бензинов, а также в качестве сырья для пиролиза при получении этилена.

Керосиновая фракция с температурами выкипания 120–230 °С используется как топливо для реактивных двигателей; фракцию 150–280 °С из малосернистых нефтей используют как осветительные керосины; фракцию 140–200 °С – как растворитель для лакокрасочной промышленности.

Дизельная фракция с температурами выкипания 140–320 °С используется в качестве дизельного топлива зимнего, фракция 180–360 °С – в качестве летнего. Фракция 200–320 °С из высокопарафинистой нефти используется как сырье для получения жидких парафинов.

Мазут применяется как котельное топливо или в качестве сырья установок вакуумной перегонки, а также термического, каталитического крекинга и гидрокрекинга.

Вакуумный газойль (350–500 °С) используется в качестве сырья каталитического крекинга и гидрокрекинга.

Узкие масляные фракции с пределами выкипания 320–400, 350–420, ... 450–500 °С) используют как сырье для производства минеральных масел различного назначения и твердых парафинов.

Гудрон – остаток вакуумной перегонки мазута – подвергают деасфальтизации, коксованию, используют в производстве битума.

Литература:

1. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.

2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.

3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.

4. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доразработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.

5. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.

6. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.

7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.

8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.

9. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.

10. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.

11. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

12. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

13. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.

14. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

15. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

16. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

Literature:

1. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV₁₁₋₂ facility of the Samotlor field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 2. – P. 55–72.

2. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.

3. Antonov E.N., Shiyani S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.

4. Shapkov E.N., Shiyani S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.

5. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

6. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
7. Shiyan S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 1. – P. 291–301.
8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
9. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV 4-5 formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
10. Brizhan V.V., Shiyan S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 300–314.
11. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
12. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
13. Shehekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
14. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
15. Shiyan S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
16. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

КАМЕРЫ ПРИЕМА И ПУСКА ПОТОЧНЫХ СРЕДСТВ ОЧИСТКИ И ДИАГНОСТИКИ

RECEPTION AND START-UP CHAMBERS FOR IN-LINE CLEANING AND DIAGNOSTICS

Самарин Михаил Анатольевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@tyandex.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Кулинченко Дмитрий Эдуардович

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

Аннотация. В данной статье освещены вопросы очистки магистральных трубопроводов от различных загрязнений. Рассмотрены вопросы эксплуатации очистных устройств, их принципов действия и эффективности.

Ключевые слова: магистральный трубопровод, очистка трубопроводов, очистные устройства, загрязнения трубопроводов.

Samarin Mikhail Anatolyevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
samarin1901@tyandex.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kulinchenko Dmitri Eduardovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
kulinchenko_d@mail.ru

Annotation. This article highlights the issues of cleaning trunk pipelines from various contaminants. The issues of operation of cleaning devices, their principles of operation and efficiency are considered.

Keywords: main pipeline, pipeline cleaning, cleaning devices, pipeline pollution.

Регулярной операцией в процессе эксплуатации МТ является очистка их внутренней полости от скоплений воды, газа и парафиновых отложений. Согласно правилам технической эксплуатации нефтепроводов очистку производят при снижении пропускной способности на 3 % от проектной величины. В процессе завершения строительства трубопровода также возникает необходимость в очистке готовых участков от строительного мусора и опрессовочной воды.

Важным элементом технологической схемы НПС является узел приема-пуска средств очистки и диагностики внутренней полости (внутритрубных снарядов) нефтепровода. Снаряды подразделяются на две категории: обычные, которые исполняют функции очистки, разделения и обезвоживания; «интеллектуальные», с помощью которых получают информацию о наличии и местоположении дефектов в стенках труб. Существуют различные конструкции средств очистки: очистные поршни; щеточные скребки; разделители с полиэтиленовыми манжетами; эластичные шаровые разделители. Последние способны одолевать сужения трубы и крутые повороты, но не способны удалять твердые отложения.

Комплекс оборудования для очистки полости трубопровода должен обеспечивать выполнение следующих операций: пуск и прием очистного устройства; контроль за прохождением его по участку; сбор и утилизацию выносимых из трубопровода загрязнений.

Средняя скорость очистного устройства в нефтепроводе равна средней скорости потока жидкости. Наиболее эффективным процесс очистки является при скорости очистного устройства порядка 2 м/с.

Устройства приема-пуска размещаются на нефтепроводе на расстоянии до 300 км и совмещаются с НПС. Эти устройства предусматриваются на лупингах и резервных нитках протяженностью более 3 км, а также на отводах протяженностью более 5 км.

В состав устройств приема-пуска помимо трубопроводов и арматуры входят: камеры приема и запуска поточных средств; дренажная емкость; механизмы для извлечения и запасовки поточных средств; сигнализаторы прохождения очистных и диагностических устройств.

Трубопровод в пределах одного очищаемого участка должен иметь постоянный внутренний диаметр и равнопроходную линейную арматуру без выступающих внутрь деталей.

Перед пуском очистного устройства снижается давление в камере пуска до атмосферного, открывается затвор камеры, вводится в камеру очистное устройство, закрывается затвор камеры, повышается давление в камере до рабочего давления. Перед приемом очистного устройства открывается линия подачи нефти в камеру приема для выравнивания давлений.

Для установления качества восстановления пропускной способности участков нефтепровода производится повторная (иногда многократная) очистка с выполнением соответствующих замеров. Очистка повторяется до тех пор, пока увеличение пропускной способности участков не уменьшится до значения 0,5 %.

Литература:

1. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.

2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.

3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
4. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
5. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
6. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
7. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
8. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии зарезки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
9. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
10. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
11. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.
12. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
13. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
14. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
15. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviiv-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekhn>
16. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

Literature:

1. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // *Bulatov Readings*. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
2. Batyrov M.I., Shiyan S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // *Bulatovskie Readings*. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.
3. Antonov E.N., Shiyan S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // *Bulatovskie Readings*. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.
4. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV₁₁₋₂ facility of the Samotlor field // *Science. Technique. Technologies*. – 2020. – № 2. – P. 55–72.
5. Shapkov E.N., Shiyan S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // *Science. New generation. Success*. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.
6. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
7. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
8. Shiyan S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. – 2020. № 1. – P. 291–301.
9. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. – 2020. – № 4. – P. 57–75.
10. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
11. Brizhan V.V., Shiyan S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // *Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin)*. 2020. – № 2. – P. 300–314.
12. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
13. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
14. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // *Science. New generation. Success*. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
15. Shiyan S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences. – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
16. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // *REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference* : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

ЭЛЕКТРОДРЕНАЖНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ

ELECTRICAL DRAINAGE PROTECTION OF PIPELINES

Селимшаева Элина Зинединовна

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

Шиян Станислав Иванович

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

Малышкова Марина Леонидовна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
marmal2311@gmail.ru

Литвиненко Юлия Алексеевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
litvinenko.iulija@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды электродренажной защиты трубопроводов, а также условия их применения.

Ключевые слова: трубопровод, электрический дренаж, прямой электрический дренаж, поляризованный электрический дренаж, усиленный дренаж, защита от коррозии, дренажный кабель.

Selimshaeva Elina Zinedinovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
selimsaevaelina@gmail.com

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Malyshkova Marina Leonidovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
marmal2311@gmail.ru

Litvinenko Yulia Alekseevna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
litvinenko.iulija@yandex.ru

Annotation. This article discusses the main types of electrical drainage protection of pipelines, as well as the conditions for their use.

Keywords: pipeline, electrical drainage, direct electrical drainage, polarized electrical drainage, reinforced drainage, corrosion protection, drainage cable.

Метод защиты трубопроводов от разрушения блуждающими токами предусматривает их отвод (дренаж) с защищаемого сооружения на сооружение – источник блуждающих токов, либо специальное заземление, называется электродренажной защитой.

Виды электродренажной защиты:

Прямой электрический дренаж (рис. 1) – это дренажное устройство двусторонней проводимости. Применяется в тех случаях, когда потенциал трубопровода постоянно выше потенциала рельсовой сети, куда отводятся блуждающие токи.

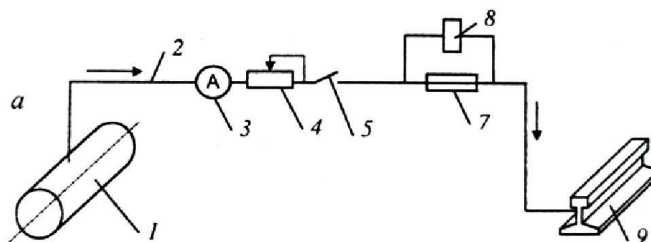


Рисунок 1 – Принципиальная схема прямого электрического дренажа:

1 – трубопровод; 2 – дренажный кабель; 3 – амперметр; 4 – реостат; 5 – рубильник;
6 – вентильный элемент; 7 – плавкий предохранитель; 8 – сигнальное реле; 9 – рельс

Поляризованный электрический дренаж (рис. 2) – это дренажное устройство, обладающее односторонней проводимостью. От прямого дренажа поляризованный отличается наличием элемента односторонней проводимости (вентильный элемент). При поляризованном дренаже ток протекает только от трубопровода к рельсу, что исключает натекание блуждающих токов на трубопровод по дренажному проводу.

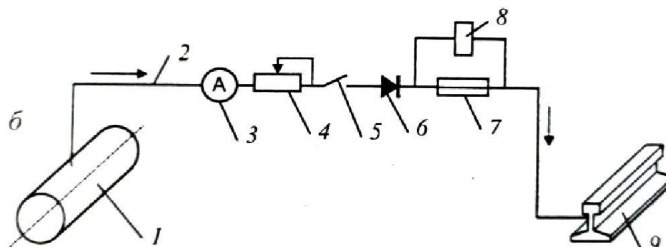


Рисунок 2 – Принципиальная схема поляризованного электрического дренажа:

1 – трубопровод; 2 – дренажный кабель; 3 – амперметр; 4 – реостат; 5 – рубильник;
6 – вентильный элемент; 7 – плавкий предохранитель; 8 – сигнальное реле; 9 – рельс

Усиленный дренаж (рис. 3) – представляет собой обычную катодную станцию, подключенную отрицательным полюсом к защитному сооружению, а положительным – не к анодному заземлению, а к рельсам электрофицированного транспорта. Применяет-

ся в тех случаях, когда нужно отводить не только блуждающие токи с трубопровода, но и обеспечить на нем необходимую величину защитного потенциала.

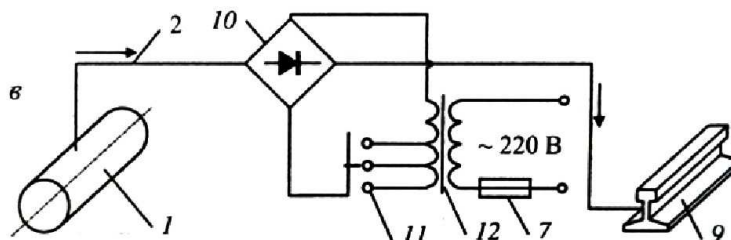


Рисунок 3 – Принципиальная схема усиленного дренажа:

1 – трубопровод; 2 – дренажный кабель; 3 – амперметр; 4 – реостат;
5 – рубильник; 6 – вентиляльный элемент; 7 – плавкий предохранитель; 8 – сигнальное реле;
9 – рельс; 10 – выпрямитель; 11 – переключатель; 12 – трансформатор

Целью расчета электродренажной защиты является определение площади сечения дренажного кабеля F_K и параметров работы дренажной установки. Величина F_K вычисляется по формуле

$$F_K = \frac{I_{\partial}}{\Delta E_{\partial}} \cdot r_K \cdot l_K, \quad (1)$$

где I_{∂} , ΔE_{∂} – соответственно максимальная сила тока и допустимое падение напряжения в дренажной цепи;

r_K – удельное электросопротивление материала дренажного кабеля;

l_K – его длина.

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTESH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.

7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.

8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.

9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.

10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.

11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.
9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.
10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.
11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.
13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

ПРОМЫСЛОВАЯ ПОДГОТОВКА ГАЗА

FIELD GAS PURIFICATION

Соловьёв Михаил Дмитриевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
solovej2001@bk.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Самарин Михаил Анатольевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@tyandex.ru

Шаблий Илья Игоревич

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные задачи подготовки природного газа. Проведен сравнительный анализ способов очистки от механических примесей, тяжёлых углеводородов, паров воды, сероводорода и углекислого газа.

Ключевые слова: абсорбционная осушка газа, адсорбционная осушка газа, влажный газ, газогидраты, магистральный газопровод, механические примеси, природный газ, пылеуловитель, сухой газ.

Solovjev Mikhail Dmitrievich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
solovej2001@bk.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Samarin Mikhail Anatolyevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
samarin1901@tyandex.ru

Shabliy Ilya Igorevich

Leading Specialist,

«Rosneft – Morskoy terminal Tuapse» LLC

ilyashabliy0209@gmail.com

Annotation. This article discusses the main tasks of preparing natural gas. A comparative analysis of purification from mechanical impurities, heavy hydrocarbons, water vapor, hydrogen disulfide and carbon dioxide gas methods are carried out.

Keywords: absorptive gas drying, adsorptive gas drying, wet gas, gas-hydrate, gas gathering network, mechanical impurities, natural gas, dust collector, dry gas.

Нефтяной и природный газы имеют различный состав и, кроме углеводородов, могут содержать капельную влагу, сероводород, азот, углекислый газ и другие газы. Наличие в газе влаги и сероводорода отрицательно влияет на состояние оборудования и коммуникаций. Капельная влага при определенных условиях образует с углеводородами газогидраты, которые снижают пропускную способность трубопроводов. Сероводород и диоксид углерода вызывают интенсивную коррозию оборудования, труб и арматуры. В связи с этим к качеству газа, подаваемого в магистральный газопровод и потребителям, предъявляются определённые требования с соблюдением санитарных норм и условий безопасности.

Задачами промышленной подготовки природного газа являются его очистка от механических примесей, тяжёлых углеводородов, паров воды, сероводорода и углекислого газа.

Очистка газа от механических примесей осуществляется или в масляных пылеуловителях, или в циклонных пылеуловителях. В масляных пылеуловителях лабиринтом перегородок задается такая траектория движения газа, при которой взвешенные частицы выпадают в масло и обволакиваются им.

В циклоновый пылеуловитель (рис. 1) газ входит в аппарат через патрубок (2) и попадает в батарею циклонов (3). Под действием центробежной силы твердые и жидкие частицы отбрасываются к периферии, затормаживаются стенкой циклона и выпадают в нижнюю часть аппарата. Очищенный газ, изменяя направление движения, попадает в верхнюю часть аппарата, откуда выводится через патрубок (7). В товарном газе содержание механических примесей не должно превышать $0,05 \text{ мг/м}^3$.

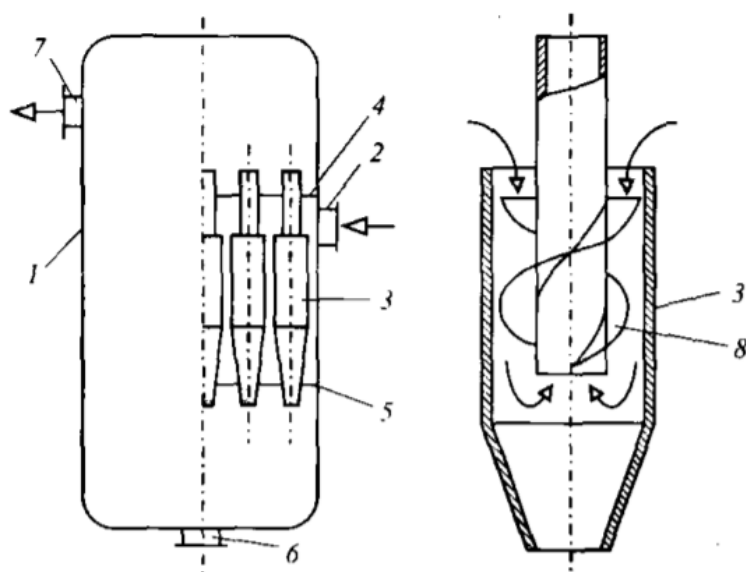


Рисунок 1 – Циклонный пылеуловитель: 1 – корпус; 2 – ввод газа; 3 – корпус циклона; 4, 5 – перегородки; 6 – патрубок для удаления шлама; 7 – выход газа; 8 – винтовые лопасти

Осушка газа осуществляется с использованием следующих процессов: охлаждение, абсорбция и адсорбция.

При больших значениях пластового давления газ охлаждают посредством дросселирования. При этом температура газа достигает точки росы, а пары воды конденсируются.

Абсорбционная осушка осуществляется с помощью диэтиленгликоля (ДЭГ). Газ поступает в абсорбер снизу и поднимается вверх, проходя через систему тарелок. Навстречу газу стекает раствор ДЭГ, который поглощает пары воды. В верхней скрубберной секции газ освобождается от захваченных капель раствора и выходит из аппарата.

При адсорбционной осушке (рис. 2) влажный газ поступает в адсорбер (1), где проходит снизу вверх через слой адсорбента, поглощающего пары воды, и выводится из аппарата. Примерно через 15 ч влажный газ направляют в адсорбер (2), а адсорбер (1) ставят на регенерацию. Для этого через регулятор давления 3 из газовой сети отбирается сухой газ и в подогревателе (7) нагревается до 200 °С. Далее газ подается в адсорбер (1), отбирает влагу от адсорбента и поступает в холодильник 4. Сконденсировавшаяся вода собирается в ёмкости (5). Процесс регенерации адсорбента продолжается около 7 ч. В качестве адсорбентов используются бокситы, цеолиты, силикагель, хлористый кальций.

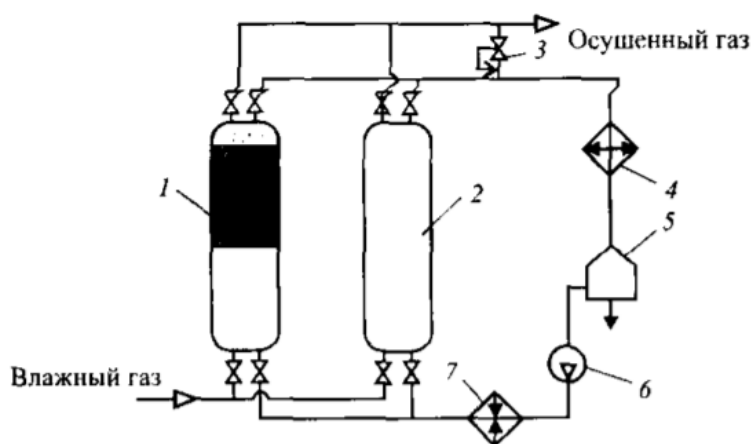


Рисунок 2 – Принципиальная схема осушки газа методом адсорбции: 1, 2 – адсорберы; 3 – регулятор давления «после себя»; 4 – холодильник; 5 – ёмкость; 6 – газодувка; 7 – подогреватель газа

Очистка газа от сероводорода осуществляется методами абсорбции и адсорбции. Очистка методом адсорбции аналогична схеме осушки газа. В качестве адсорбента используются гидрат окиси железа и активированный уголь.

Очистка методом абсорбции осуществляется при встречном движении очищаемого газа и раствора абсорбента. В качестве жидкого поглотителя сероводорода используются водные растворы этаноламинов. Эти абсорбенты вступают в химическую реакцию с сероводородом. Очищенный газ выводится из абсорбера наружу через скрубберную секцию. В специальной выпарной колонне абсорбент регенерируется и подается для нового использования. Из полученного сероводорода вырабатывают серу.

Очистка от углекислого газа осуществляется в реакторе, заполненном железными кольцами, которые орошаются водой под давлением. Выделяемый из воды углекислый газ используется для производства соды и сухого льда.

Литература:

1. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.

2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.
3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
4. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
5. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
6. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технично-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
9. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ_{4,5} Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
10. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
11. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
12. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
13. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
14. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.
15. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviiv-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
16. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.

Literature:

1. Shapkov E.N., Shiyani S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.
2. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.
3. Antonov E.N., Shiyani S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.
4. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV11-2 facility of the Samotlor field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 2. – P. 55–72.
5. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
6. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
7. Shiyani S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. № 1. – P. 291–301.
8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyani S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
9. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV 4-5 formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
10. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
11. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
12. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
13. Shchekoldin K.S., Shiyani S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
14. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
15. Shiyani S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences. – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
16. Brizhan V.V., Shiyani S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). 2020. – № 2. – P. 300–314.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ

COMBINED PROTECTIVE COATINGS FOR PIPELINES

Стаканов Кирилл Сергеевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
opensats2012@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Шавинян Давид Камоевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
Shavinyan.01@mail.ru

Данчина Яна Владимировна

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
danchina_yana@mail.ru

Каракай Кирилл Константинович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
1921karakay@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены наиболее часто применяющиеся комбинированные изоляционные покрытия, такие как «Пластобит» и «Армопластобит», перечислены все их достоинства и недостатки. Также приведены и другие комбинированные изоляционные покрытия.

Ключевые слова: трубопроводы, комбинированное изоляционное покрытие, покрытие «Пластобит», высокая текучесть, малая ударная вязкость, слабая несущая способность, битумная мастика, грунтовка, защитный слой, покрытие «Армопластобит».

Stakanov Kirill Sergeevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
opensats2012@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Shavinyan David Kamoevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Business»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
Shavinyan.01@mail.ru

Danchina Yana Vladimirovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Business »,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
danchina_yana@mail.ru

Karakay Kirill Konstantinovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Business »,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
1921karakay@mail.ru

Annotation. This article discusses the most commonly used combined insulating coatings, such as «Plastobit» and «Armoplastobit», lists all their advantages and disadvantages. Other combined insulating coatings are also listed.

Keywords: pipelines, combined insulating coating, «Plastobit» coating, high fluidity, low impact strength, low bearing capacity, bituminous mastic, primer, protective layer, «Armoplastobit» coating.

На протяжении многих лет наряду с мастичными широко применялись покрытия на основе липких полимерных лент. Опыт их использования показал, что они очень технологичны, однако легко уязвимы – острые выступы на поверхности металла, острые камни легко прокалывают такую изоляцию, нарушая ее сплошность. С этой стороны хороши покрытия на основе битумных мастик, проколоть которые сложно. Но с течением времени они «стареют»: теряют эластичность, становятся хрупкими, отслаиваются от трубопроводов.

ВНИИСПТнефть разработал конструкцию комбинированного изоляционного покрытия «Пластобит», лишенную указанных недостатков. Покрытие представляет собой комбинацию битумного и пленочного покрытий: на слой грунтовки наносится битумная мастика толщиной 3–4 мм, которая сразу же обматывается поливинилхлоридной пленкой без подклеивающего слоя. Величина нахлеста регулируется в пределах 3–6 см. В момент намотки полимерного слоя часть мастики выдавливается под нахлест, что обеспечивает герметизацию мест нахлеста.

Полимерный слой в конструкции покрытия «Пластобит» играет роль своеобразной «арматуры», которая обеспечивает независимо от срока службы сохранение целостности основного изоляционного слоя – битумного. В свою очередь прокол полимерной пленки не приводит к нарушению целостности покрытия, так как слой битумной мастики имеет большую толщину. Более того, опыт эксплуатации покрытия «Пластобит» показывает, что в местах мелких сквозных повреждений полимерной части имеет место «самозалечивание», выражающееся в вытекании части мастики через это отверстие и застывание ее в виде грибка над местом повреждения.

Покрытие «Пластобит» является технологичным с точки зрения нанесения, не требует значительной перестройки применяемой до настоящего времени технологии капитального ремонта, обладает высокими защитными качествами, которые не ухудшаются со временем.

Однако относительно высокая текучесть, малая ударная вязкость и слабая несущая способность материала не позволяет использовать покрытие «Пластобит» для труб более 820 мм.

Новым типом комбинированного изоляционного покрытия является «Армопластобит», отличающийся от «Пластобита» тем, что в качестве армирующего материала вместо стеклохолста используется нитепрошивная стеклосетка. «Армопластобит» допускается использовать на трубопроводах диаметром до 1220 мм включительно.

В последние годы разработаны битумно-полимерные изоляционные ленты для газонефтепроводов, также являющиеся комбинированными. Так, лента ЛИБ (лента изоляционная битумная) представляет собой рулонный материал, состоящий из основы, на которую нанесен слой битумной мастики и слой антиадгезива. Покрытия на основе ленты ЛИБ аналогично покрытию типа «Пластобит», но в отличие от последнего наносится холодным способом.

В последние годы разработаны и другие типы комбинированных изоляционных покрытий, сведения о которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о комбинированных покрытиях (усиленного типа)

Наименование	Конструкция покрытия	Максимальная температура эксплуатации, °С	Общая толщина (не менее), мм
На основе мастики и экструдированного полиолефина	Грунтовка битумная или битумно-полимерная; мастика битумная или асфальто-смолистая модифицированная (не менее 0,5 мм); защитный слой на основе экструдированного полиолефина	40	2,5 (273 мм); 3,0 (530 мм)
На основе полимерной ленты и экструдированного полиолефина	Грунтовка полимерная; лента изоляционная липкая (не менее 0,45 мм) в один слой; защитный слой на основе экструдированного полиолефина	40	2,2 (273 мм); 2,5 (530 мм); 2,8 (820 мм); 3,5 (1420 мм)
На основе мастики и полимерной ленты	Грунтовка битумно-полимерная; мастика изоляционная на основе битума или асфальто-смолистых соединений; лента полимерная (не менее 0,4 мм); обертка защитная полимерная (не менее 0,5 мм)	40	4,0

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.

4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.
9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.
10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.
11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.
12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.
13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.
7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.
9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.
10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.
11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.
13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

СОЗДАНИЕ ЦЕТАНОПОВЫШАЮЩИХ ПРИСАДОК К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ

CREATION OF CETANE-INCREASING ADDITIVES FOR DIESEL FUEL

Суховаева 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

Аннотация. В данной статье приведен анализ возможности получения присадки для повышения цетанового числа дизельного топлива путем нитрования фракции, выделенной из кубового остатка производства бутиловых спиртов.

Ключевые слова: цетановое число, нитрование фракции, бутиловый спирт, присадки, дизельное топливо.

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

Annotation. This article provides an analysis of the possibility of obtaining an additive to increase the cetane number of diesel fuel by nitrating the fraction isolated from the bottoms of butyl alcohol production.

Keywords: cetane number, fraction hydrogenation, butyl alcohol, additives, diesel fuel.

В связи с возрастающими требованиями к качеству дизельного топлива с каждым годом потребность Российского рынка в присадках, повышающих качество топлива, способствующих очистке топливных форсунок, как от внешних отложений, так и от внутренних, и при этом обеспечивающих эффективную защиту всех типов дизельных двигателей, увеличивается. Также в настоящее время весомое положение приобретают так называемые цетаноповышающие присадки. Так, например, за период 2010–2012 гг. в РФ потребление цетаноповышающих присадок выросло с 2,90 тыс. т/год до 9,25 тыс. т/год, в том числе использование отечественных присадок с

0,6 тыс. т/год до 3,75 тыс. т/год, а импортных присадок – с 2,3 тыс. т/год до 5,5 тыс. т/год, при этом доля отечественных присадок составляла около 40 % от общего потребления. Учитывая, что в перспективе потребность в присадках данного типа составит около 25 тыс. т/год, необходимо расширять производство дешевых отечественных цетаноповышающих присадок. В связи с этим разработка новых видов отечественных цетаноповышающих присадок на основе дешевого и доступного сырья является актуальной проблемой.

Впервые показана возможность получения присадки для повышения цетанового числа дизельного топлива путем нитрования фракции, выделенной из кубового остатка производства бутиловых спиртов. Впервые установлены закономерности изменения скорректированного диаметра пятна износа дизельного топлива при введении в его состав алифатических спиртов с числом атомов углерода в молекуле от 4 до 12. Установлена зависимость значений скорректированного диаметра пятна износа от числа атомов углерода в алифатическом спирте.

В результате анализа компонентного состава кубового остатка производства бутиловых спиртов (КОБС) установлено, что низкокипящая фракция (195 °С-нк) остатка после нитрования может служить цетаноповышающей присадкой, а высококипящая фракция (195 °С-кк) может без дополнительной переработки использоваться как противоизносная присадка для дизельного топлива.

При добавлении 0,6 % присадки в дизельное топливо цетановое число с 48 единиц повышается до 57,8. Топливо дизельное ЕВРО по ГОСТ Р 52368-2005. В результате рабочих испытаний цетаноповышающая присадка показала себя с наилучшей стороны (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты испытания по добавлению цетаноповышающих присадок в дизельное топливо

	Метод испытаний	Показатель цетанового числа	Результат
Дизельное топливо	ГОСТ Р 52709	43,0	–
ДТ + 0,3 % 2-ЭГН		48,0	+ 5
Дизельное топливо		48,0	–
ДТ + 0,6 % 2-ЭГН		57,8	+ 9,8
ДТ + 1,0 % 2-ЭГН		61,2	+ 13,2

На рынке цетаноповышающих и комплексных присадок к дизельному топливу представлены следующие отечественные компании: ОАО «ВНИИ НП», ПАО «Газпром нефть», ООО «Корпорация «Топливные технологии», ООО «Русская инженерно-химическая компания», ЗАО «НПП «Алтайспецпродукт», ООО «Прогрессивные решения» и др. Зарубежные цетаноповышающие присадки представлены на российском рынке фирмами Exxon (Paradyne-668), Castrol (Castrol TDA), BASF (Kerobrizol EHN), Clariant (Dodycet 5073), Ethyl (HiTec 4103W), Librizol (ADX 743), Difron (Difron H 372), Bardahl Diesel Combustion BDC и др. В отличие от описания присадок в научно-технической и патентной литературе, информация о товарных присадках, как отечественных, так и импортных, не содержит данных об их химическом составе и физико-химическом механизме воздействия на процесс сгорания дизельного топлива и другие эксплуатационные показатели дизельных двигателей. Представителем нового поколения отечественных присадок к дизельному топливу является активатор горения «NagroBoost», созданный компанией ООО «Ярко-Групп» (г. Подольск Московской обл.) под руководством А. С. Новикова. Универсальная комплексная присадка для топлив «NagroBoost» (ТУ 0257-001-32990062-2015) содержит 3,5-диметилгептан – органическую легковоспламеняющуюся жидкость, брутто – формула которой (система Хилла) – C_9H_{20} . Себестоимость цетаноповышающей и противоизносной присадок составляет соответственно 48 и 40 тыс. руб. за тонну, что позволяет считать разработанный про-

цесс получения присадок высокоэффективным и конкурентоспособным не только по отношению к зарубежным присадкам (190–260 тыс. руб./т), но и отечественным присадкам (130–150 тыс. руб.), выпускаемым в недостаточном количестве; ожидаемый экономический эффект составляет 1,16 млрд руб. в год.

Большинство российских НПЗ вырабатывают дизельное топливо с ЦЧ 48–50, в то время, как требования Технического регламента для дизельных топлив класса 3, 4, 5 и европейский стандарт EN-590 нормируют этот показатель на уровне 51 ед. Недостаток цетанового фонда составит 1–3 ед., это можно компенсировать добавлением в дизтопливо цетаноповышающей присадки.

Поскольку парафиновые углеводороды легче других воспламеняются (н-цетан принят за эталон с ЦЧ равным 100), промоторы воспламенения необходимы для дизельного топлива, полученного из нефтенной нефти, из депарафинизированной нефти и содержащего много высокоароматизированных среднедистиллятных фракций.

Себестоимость цетаноповышающей и противоизносной присадок составляет соответственно 48 и 40 тыс. руб. за тонну, что позволяет считать разработанный процесс получения присадок высокоэффективным и конкурентоспособным не только по отношению к зарубежным присадкам (190–260 тыс. руб./т), но и отечественным присадкам (130–150 тыс. руб.), выпускаемым в недостаточном количестве; ожидаемый экономический эффект составляет 1,16 млрд руб. в год.

Литература:

1. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.

2. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.

3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.

4. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.

5. Шиян С.И., Корсак М.В., Косова Д.А. Анализ экологической безопасности при разработке Тихомировского месторождения // Инновационные решения актуальных проблем в области высокомолекулярных металлоорганических соединений. – 2021. – Ч. 1. – С. 28–30.

6. Мамедов С.А., Шиян С.И., Пеняга А.С., Скиба М.С. Анализ и оценка затрат ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ» и разработка рекомендаций по их снижению и оптимизации // Булатовские чтения – 2020. – Т. 1. – С. 210–221.

Literature:

1. Environmental aspects in the oil and gas complex / Shiyani S.I. [et al.] // REFERATOTECH : materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

2. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / Shiyani S.I. [et al.] // REFERATOTECH : materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271

3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / Shiyan S.I. [et al.] // REFERATOTECH : materials of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Goyda A.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnical bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.

5. Shiyan S.I., Korsak M.V., Kosova D.A. Analysis of environmental safety in the development of the Tikhomirovskoye field // Innovative solutions to urgent problems in the field of high molecular weight metal-organic compounds. – 2021. – Vol. 1. – P. 28–30.

6. Mamedov S.A., Shiyan S.I., Penyaga A.S., Skiba M.S. Analysis and estimation of costs of PJSC «Oil Company «LUKOIL» and the development of recommendations for their reduction and optimization // Bulatov Readings. –2020. – Vol. 1. – P. 210–221.

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ НИЖНЕГО НАЛИВА В АВТОЦИСТЕРНАХ

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF BOTTOM LOADING ROAD TANK CARS

Суховаева 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

Аннотация. В данной статье проводится анализ достоинств и недостатков нижнего налива в автоцистернах. С учетом стремления компаний снизить экологические и экономические потери от испарений и пролива, увеличить скорости операций слива-налива, а также вести более точный учет отпуска нефтепродуктов, описанная система внедряется повсеместно.

Системы нижнего налива – уже не новшество, а стандарт: многие НПЗ и нефтебазы используют их и скоро перестанут работать с перевозчиками, автоцистерны которых не оснащены необходимым оборудованием.

Ключевые слова: автоцистерны, нижний налив, нефтебаза, нефтеперерабатывающий завод, нефтепродукт, перелив, оптические датчики, секция автоцистерны, стандарты API.

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

Annotation. This article analyzes the advantages and disadvantages of bottom loading road tank cars. Taking into account the desire of companies to reduce environmental and economic losses from evaporation and spillage, to increase the speed of loading and unloading operations, as well as to keep more accurate accounting of the release of petroleum products, the described system is being implemented everywhere.

Bottom loading systems are no longer an innovation, but a standard: many refineries and bulk plant petroleum depot use them and will soon stop working with carriers whose tank trucks are not equipped with the necessary equipment.

Keywords: road tank cars, bottom loading, bulk plant petroleum depot, oil refinery plant, oil product, overtopping, optical sensors, section road tank car, API standards.

Нижний налив – это один из способов наполнения автоцистерн нефтепродуктами через наливной узел клапанов и фитингов, смонтированных на днище автомобильной цистерны.

Традиционно, нефтепродукты наливались в автоцистерны через горловину, установленную на верхней части цистерны, но в начале 40-х годов прошлого века, специалисты обратили внимание на проблемы, неизбежно возникающие при таком наливе. Первой, и наиболее важной, была проблема безопасности, включающая в себя конкретные серьезные аспекты. При наливе верхним способом через горловину, разбрызгивание нефтепродуктов, возникающее во время заполнения емкости. Это способствует накоплению опасного заряда статического электричества на внешней поверхности цистерны. Опасность случайного возгорания возрастает в связи с наличием переносного наливного оборудования и присутствия оператора, перемещающегося по верху цистерны.

Для осуществления технологии нижнего налива необходимо, чтобы установка налива и автоцистерна были состыкованы по электрической, гидравлической схемам и по схеме отвода паровоздушной смеси. Автоцистерна должна иметь две независимые системы предотвращения перелива и разрыва котла.

Одна из указанных систем реализуется на основе пневмоуправления. То есть каждый отсек автоцистерны должен быть укомплектован донным клапаном, клапаном больших дыханий, датчиком уровня продукта и блоком управления. Все указанные приборы связываются в пневматическую систему предотвращения перелива для каждого отсека. Пневматическая система предотвращения перелива работает от пневмосети автомобиля.

Перед началом налива она активизируется с помощью кнопок блока управления, при этом обеспечивается удержание донного клапана и клапана больших дыханий в открытом, а датчика уровня в активном состоянии. При достижении продуктом уровня требуемой величины датчик уровня выдает команду на закрытие донного клапана. Параметры закрытия донного клапана (время и количество пропускаемого продукта за время закрытия), а также значение верхнего уровня продукта настраиваются при запуске технологии налива на объекте. При этом при помощи программируемого клапана установки налива подбирается ее производительность.

Кроме пневматической системы ограничения перелива автоцистерна и установка оснащаются электронной системой предотвращения перелива, которая независимо от пневматической обеспечивает прекращение подачи продукта путем закрытия отсека клапана установки налива.

Электронная система состоит из следующих устройств:

Оборудование, которое монтируется на автоцистерне:

- датчик уровня термисторный (оптический) в каждом отсеке автоцистерны;
- специальная вилка для подключения к розетке на установке налива, которая смонтирована на гибком проводнике.

Оборудование, которое монтируется на установке налива:

- розетка специальная для стыковки с вилкой автоцистерны, к которой присоединены электронные датчики уровня каждого отсека;
- устройство, отслеживающее работоспособность и состояние датчиков уровня в автоцистерне, которое в случае обрыва или отсутствия электрической связи с датчиком уровня или при достижении уровнем жидкости порога срабатывания выдает сигнал на закрытие клапана и прекращение налива в данный отсек.

Процессу распространения технологии нижнего налива в России существенно помогли несколько обстоятельств:

1. Предотвращение воспламенения

При заполнении емкостей верхним наливом через люк, неизбежно разбрызгивание топлива по мере заполнения цистерны, что повышает риск возникновения заряда статического электричества во внутреннем пространстве цистерны. При стечении определенных обстоятельств, возникает опасность воспламенения горючего, и эта опасность увеличивается в связи с присутствием оператора и наличием оборудования на крыше автоцистерны. Обязательное заземление шасси автоцистерны в этом случае не уменьшает риск возгорания и опасную проблему можно устранить, только убрав оператора и рабочее оборудование с крыши цистерны.

2. Предотвращение переливания

Переливание любого нефтепродукта через люк при верхнем наливом, может привести к воспламенению, серьезному загрязнению окружающей среды и реальных потерь продукции. Вероятность проливания нефтепродуктов и опасность их возгорания в наливном терминале, полностью устраняет система предотвращения переполнения емкостей.

3. Безопасность оператора

Наполнение автоцистерны горючим верхним способом через люк подразумевает обязательного присутствия оператора на узкой дорожке крыши цистерны, расположенной на достаточно большой высоте. При этом он, занимая шаткое положение, должен работать и перемещать громоздкое оборудование. Ко всем неудобствам следует добавить вероятность плохой погоды и неизбежное вдыхание вредных паров бензина, а оператор обязан иметь ясную голову и оперативно реагировать на возникновение нештатных ситуаций. Кроме этого, при верхнем наливом велика вероятность падения с крыш цистерн, получения тяжелых травм и гибели, что подтверждает печальная статистика падений. При нижнем наливом нефтепродуктов оператор в течение всего процесса находится на земле, в полной безопасности. Весь процесс налива оператор контролирует по монитору и готов моментально вмешаться в случае нештатной ситуации.

4. Рекуперация газов

Налив и транспортировка нефтепродуктов автоцистернами остается одним из серьезных источников загрязнения атмосферы. Применение системы нижнего налива способствует сбору свыше 95 % гидр карбоновых паров, предотвращая их выброс в окружающую среду и сохраняя для переработки.

5. Предотвращение загрязнения нефтепродуктов

В самой технологии верхнего налива, таится опасность значительного загрязнения нефтепродуктов. В зависимости от погодных условий, в люк может попасть песок, осадки в виде дождя и снега, есть вероятность падения в люк посторонних предметов. При нижнем наливом все это исключено, так как верхний люк цистерны герметично закрыт и вероятность загрязнения нефтепродуктов при наливом, сводится к нулю.

6. Ускорение налива

Наполнение цистерны с помощью системы нижнего налива происходит значительно быстрее, так как оператору нет необходимости подниматься на цистерну и тратить время на открытие люка горловины емкости. Кроме того, оборудование системы нижнего налива намного маневренней и, при нижнем наливом, скорость наполнения емкостей на порядок выше. А самая важная особенность заключается в том, что применяя нижний налив, можно одновременно заполнять несколько отсеков автоцистерны. Показатели объективного контроля доказывают уменьшение потерь времени почти на 50 %, при использовании систем нижнего налива.

Нижний налив также имеет ряд недостатков. В конструкцию системы нижнего налива входят АРІ и рекуперационный клапаны, а также оптические датчики, предотвращающие перелив горючего. Последние размещаются внутри цистерны. Проблемы, заключающиеся в механических повреждениях клапанов, случаются не так часто, а решаются

быстро. Но если выйдут из строя датчики, то их ремонт занимает определенное время из-за сложной схемы подключения. Таким образом, поломка системы контроля уровня топлива в емкости может принести владельцу машины серьезные убытки. Это и стоимости ремонта, и оплата порожнего пробега, поскольку неисправности даже одного датчика приводит к отказу загрузки на НПЗ. Чтобы избежать дополнительных расходов, владельцу стоит приобрести специальный тестер, который вовремя сообщит о неполадках. Впрочем, преимущества современной системы нижнего налива значительно превосходят ее недостатки. Тем более, в скором времени данная технология станет стандартом в России. Система уже используется на Ярославском НПЗ, где загрузка топлива осуществляется только с помощью нижнего налива. Нижний налив внедрен и на Московском НПЗ.

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
3. Шиян С.И., Нелин А.К., Медведева Е.В. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
4. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.
5. Мамедов С.А., Шиян С.И., Пеняга А.С., Скиба М.С. Анализ и оценка затрат ПАО «Нефтяная компания «ЛУКОЙЛ» и разработка рекомендаций по их снижению и оптимизации // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 210–221.
6. Шиян С.И., Корсак М.В., Косова Д.А. Анализ экологической безопасности при разработке Тихомировского месторождения // Инновационные решения актуальных проблем в области высокомолекулярных металлоорганических соединений. – 2021. – Ч. 1. – С. 28–30.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / Shiyani S.I. [et al.] // REFERATOTECH : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271
2. Environmental aspects in the oil and gas complex / Shiyani S.I. [et al.] // REFERATOTECH : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry Shiyani S.I. [et al.] // REFERATOTECH : Proceedings of the International Scientific-Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – South, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
4. Goyda A.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnical bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.

5. Mamedov S.A., Shiyan S.I., Penyaga A.S., Skiba M.S. Analysis and estimation of costs of PJSC «Oil Company «LUKOIL» and the development of recommendations for their reduction and optimization // Bulatov Readings. – 2020, Vol. 1. – P. 210–221.
6. Shiyan S.I., Korsak M.V., Kosova D.A. Analysis of environmental safety in the development of the Tikhomirovskoye field // Innovative solutions to urgent problems in the field of high molecular weight metal-organic compounds. – 2021. – Vol. 1. – P. 28–30.

ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ

SECONDARY OIL PROCESSING

Тараник Роман Алексеевич

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

Шиян Станислав Иванович

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

Самарин Михаил Анатольевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
samarin1901@tyandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены виды и способы вторичной переработки нефти. Разобраны основные реакции для компонентов нефти и их продукты, а также способы влияния на состав продуктов термической переработки.

Ключевые слова: углеводороды, крекинг, бензин, катализ, продукт, фракции, пиролиз.

Taranik Roman Alekseevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Industry»
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ttaranik.roma@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Samarin Mikhail Anatolyevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
samarin1901@tyandex.ru

Annotatuon. This article discusses the types and methods of secondary oil refining. The main reactions for oil components and their products are analyzed, as well as ways to influence the composition of thermal processing products.

Keywords: hydrocarbons, cracking, gasoline, catalys, fractions, pyrolysis.

Полученные при перегонке с помощью физических процессов нефтепродукты отправляются на другие переделы, в которых используются различные химические реакции. Химические процессы, составляющие основу вторичной переработки, позволяют максимально использовать энергетический и химиче-

ский потенциал углеводородов. Методы вторичной переработки классифицируются по схеме, изображённой на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация методов вторичной переработки

На ранних стадиях развития нефтепереработки потребности в бензине росли быстрее, чем потребности в тяжёлом, например, дизельном топливе. Опережающее производство бензина привело к затовариванию рынка тяжёлым топливом. Чтобы справиться с этой проблемой, инженеры предложили несколько крекинг-процессов.

Термический крекинг – это высокотемпературная переработка углеводородов нефти с целью получения высококачественного топлива. Существует несколько видов термического крекинга.

Неглубокий термический крекинг при температурах 480–490 °С и давлении 1,5–2,0 МПа для получения котельного топлива из высоковязкого исходного сырья: мазута и гудрона.

Глубокий крекинг (жидкофазный) при температурах 500–540 °С и давлении выше 5,0 МПа применяется для получения бензина с антидетонационными характеристиками из лигроиновых, керосиновых и газойлевых фракций. Крекинг-бензины содержат в своём составе значительное количество непредельных и ароматических углеводородов.

Высокотемпературный крекинг (парофазный) при температурах 580–600 °С и давлении 0,2–0,3 МПа применяется для получения бензина с высокими октановыми числами из керосино-газойлевых фракций. Попутно получают газ, содержащий значительное количество непредельных углеводородов.

Побочными продуктами термического крекинга являются газ, крекинг-остаток, обогащённый высокомолекулярными углеводородами, и тяжёлая смола.

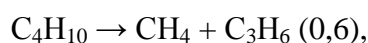
Пиролиз используется для разложения углеводородов при 700–900 °С и давлении 1,0–1,2 МПа. С его помощью получают газообразные непредельные углеводороды, в основном этилен и пропилен. Побочными продуктами пиролиза являются смолы пиролиза и предельные газы метан и этан. Из смолы пиролиза извлекают ароматические углеводороды бензол, толуол и ксилолы. Другим направлением высокотемпературного пиролиза (1200–2000 °С) является получение сажи (технического углерода) из углеводородных фракций, содержащих более 60 % ароматических углеводородов.

Коксование – высокотемпературный (490–520 °С и 0,2–0,6 МПа) процесс получения электродного или топливного кокса из нефтяных остатков. Это пек, полученный из смолы пиролиза, мазут и гудрон.

Термическая деструкция углеводородов – это их расщепление на части под воздействием температуры. Однако при температурах 500–900 °С протекают не только реакции распада вещества, но одновременно и реакции синтеза.

Реакции распада протекают с увеличением числа молекул, объёма системы и с поглощением тепла. Очевидно, что для разрыва химических связей в молекуле необходимо затратить некоторое количество энергии. Энергии связей в молекулах неравноценны. Наименьшей энергией связи обладает связь типа углерод-гетероатом (для связи сульфида C – S равна 138 кДж/моль) и при термическом воздействии эта связь будет разрываться в первую очередь. Следом будут разрываться связи углерод-углерод в парафинах, нафтенах (310 кДж/моль), будут отрываться боковые цепи в ароматических молекулах. Самыми прочными углерод-углеродными связями являются ароматические (610 кДж/моль) и ацетиленовые связи. Неравноценны также связи одного типа в пределах одной молекулы. Так, например, для отрыва первого атома водорода от молекулы метана требуется больше энергии, чем для отрыва последующих водородных атомов.

Алканы в условиях термического крекинга распадаются с образованием парафина и олефина. Метан в условиях крекинга не распадается. Низкомолекулярные алканы могут подвергаться реакции дегидрирования:



В скобках рядом с реакциями приводится доля продукта по данному направлению. При распаде молекулы на неравные осколки углеводород с меньшим молекулярным весом получается предельным, а с большим – непредельным.

Для нафтенов характерны следующие группы реакций: укорочение боковых парафиновых цепей; дегидрирование нафтенового кольца с образованием циклоолефинов и ароматических углеводородов; распад моноциклических нафтенов на олефины.

Ароматические углеводороды с низким числом углеродных атомов в цепи термически устойчивы и поэтому накапливаются в продуктах термических процессов. В условиях термических процессов они способны конденсироваться с выделением водорода. В результате получается твёрдый углеродистый остаток – кокс или сажа.

Влиять на состав продуктов термического процесса можно изменением температуры, давления и временем контакта. При повышении температуры в продуктах накапливаются газообразные и твёрдые вещества, и снижается доля жидких продуктов. При этом жидкие продукты обогащаются ароматическими соединениями, а газ – водородом и низшими углеводородами. Снижение давления благоприятствует реакциям дегидрирования, большему выходу водорода и газообразных продуктов непредельного характера. Продолжительность контакта увеличивает долю высоковязких жидкостей (смола), твёрдых (кокса) и газообразных веществ.

Полностью использовать потенциал нефти удаётся с помощью катализаторов. Катализаторы термокаталитических процессов состоят из трёх компонентов: носителя (алюмосиликаты), основного компонента (цеолиты) и добавок (платина, рений, оксиды кальция и магния). Наибольшее значение среди катализаторов риформинга приобрели платиновый и платинорениевый катализатор.

Каталитический крекинг – это процесс разложения высокомолекулярных углеводородов при 470–540 °С и давлении 0,13–0,15 МПа в присутствии катализаторов. Процесс разработан для производства высокооктанового бензина с октановым числом до 92 и сжиженных газов. В качестве катализаторов используются в основном алюмосиликаты и цеолиты. Сырьём являются дистилляты прямой гонки керосино-соляровая фракция, вакуумный газойль и продукты термического крекинга. Продуктами являются бензин, полный набор углеводородов от метана до тяжёлого газойля и остатка, включая кокс.

Риформинг – это каталитический процесс переработки низкооктановых бензиновых фракций при температурах 480–540 °С и давлении 2,0–4 МПа. Продуктом явля-

ется высококачественная компонента товарного автомобильного бензина с октановым числом до 100 и ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилолы). Сырьём являются бензиновые фракции, содержащие все типы углеводородов.

Существует ещё одна разновидность крекинг-процесса, протекающая в условиях вакуума. Этот процесс основан на зависимости температуры парообразования от давления: чем ниже давление, тем ниже температура парообразования. Сущность процесса заключается в том, что прямогонный остаток подаётся на установку вакуумной перегонки, где при давлении 0,4 атм. и температуре около 400 °С разделяется на вакуумный дистиллят, идущий на получение смазочных масел, и остаток вакуумной перегонки – пек.

Гидрогенизационные процессы переработки нефтяных фракций проводятся в присутствии водорода и катализаторов при 260–430 °С и давлении 2–32 МПа. Эти процессы увеличивают выход светлых нефтепродуктов и обеспечивают удаление примесей серы, кислорода и азота.

Алкилирование проводят при низких температурах 0–30 °С и давлении 0,4–0,5 МПа. Назначение процесса – получение углеводородной фракции с высоким содержанием парафиновых углеводородов изомерного строения. Сырьём служат газы, состоящие из бутана и бутилена. Как правило, это сжиженный газ каталитического крекинга.

Вакуумная перегонка прямогонного остатка эквивалентна его перегонке при атмосферном давлении в интервале кипения 540–590 °С. Точку выкипания прямогонного остатка, то есть температуру полного выкипания сырой нефти определить невозможно. До температуры 480 °С нефть за счёт эффекта испарения просто разгоняется на составляющие фракции. При более высоких температурах сложные молекулы получают настолько большую энергию, что её хватает, чтобы расколоть большую молекулу на две или несколько маленьких молекул. При этом лёгкие молекулы вновь образовавшихся углеводородов дают более «рыхлую» по сравнению с исходной структурой жидкости. В результате продукты крекинга занимают объём примерно на 15–18 % больше объёма исходного сырья.

Прямогонный бензин отправляется на установки для получения автомобильного бензина с заданным октановым числом во избежание его детонации. Запрет на применение тетраэтилсвинца заставляет вводить в бензин высокооктановые компоненты, в частности, продукты изомеризации пентана и гексана. Нормальный пентан характеризуется октановым числом 62, а изопентан – числом 92.

Нафта (лигроин) подаётся на установку риформинга, где в присутствии катализатора при температуре около 500 °С и давлении до 35 атмосфер получают дистилляты, используемые в качестве высокооктановых компонентов бензинов или для выделения из них индивидуальных ароматических углеводородов.

Керосин и газойли поступают на установку гидроочистки. Назначение этой операции – удалить вредные примеси, присутствие которых в нефтепродуктах ограничивается. Поток горячего нефтепродукта смешивают с водородом и пропускают через слой катализатора. В результате из нефтепродукта удаляются сера, азот и металлы. Распространены три вида керосинов: осветительный, тракторный и керосин для реактивных двигателей (реактивное топливо).

Остатки перегонки нефти и крекинга используются в качестве сырья для получения топочного мазута, битума и кокса. Нефтяные битумы содержат разное количество асфальтенов – сложных полиароматических соединений, в молекулах которых бензольные кольца тесно прилегают друг к другу и каждая молекула содержит более 50 атомов углерода. Чем больше в битумах асфальтенов, тем они твёрже. Для получения твёрдых и резиноподобных дорожных битумов их продувают горячим воздухом.

Литература:

1. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.
3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
4. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ11-2 Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
5. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доразработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
6. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Техничко-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
9. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ4-5 Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
10. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
11. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на компримированный природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.
12. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
13. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
14. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

15. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

16. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных место-рождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

Literature:

1. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

2. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.

3. Antonov E.N., Shiyani S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.

4. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV11-2 facility of the Samotlor field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 2. – P. 55–72.

5. Shapkov E.N., Shiyani S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.

6. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

7. Shiyani S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. № 1. – P. 291–301.

8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyani S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.

9. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV 4-5 formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.

10. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

11. Brizhan V.V., Shiyani S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). 2020. – № 2. – P. 300–314.

12. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

13. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.

14. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

15. Shiyan S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

16. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕФТЕБАЗ

FEATURES OF THE DESIGN OF OIL DEPOTS

Харченко Ярослав Михайлович

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

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка направления подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Лежнев Всеволод Викторович

доцент
кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
Кубанский государственный университет
dunayev1964@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрим особенности проектирования нефтебаз.

Ключевые слова: нефтебаза, ремонт, топливо, резервуары, нефтепродукты.

Kharchenko Yaroslav Mikhailovich

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

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Lezhnev Vsevlod Viktorovich

Assistant Professor,
Department of «Theoretical Physics and Computer Technologies»,
Kuban State University
dunayev1964@bk.ru

Annotation. In this article we will consider the design features of oil depots.

Keywords: oil depot, repair, fuel, tanks, oil products.

Особенности проектирования нефтебаз Вопрос о необходимости строительства нефтебазы в конкретном районе решается на основе соответствующего ТЭО. При его подготовке учитываются: 1) потребность предприятий и населения в различных нефтепродуктах с учетом перспектив развития рассматриваемого района и районов, примыкающих к нему; 2) источники поступления нефтепродуктов и расстояния до них; 3) возможные частота и регулярность поставок; 4) действующие укрупненные нормативы капиталовложений и эксплуатационных затрат в объекты нефтебазового хозяйства.

На основании планируемого грузооборота нефтебазы с учетом средних значений коэффициента оборачиваемости, показывающего сколько раз в году резервуары полностью заполняются и опорожняются, определяют необходимую емкость резервуарного парка нефтебазы и далее по укрупненным нормативам общие капиталовложения. Эксплуатационные расходы определяют как сумму амортизационных отчислений, заработной платы персонала, затрат на текущий ремонт, расходов на топливо, электроэнергию и т.д. Поделив эксплуатационные расходы на грузооборот нефтебазы, находят себестоимость, которая должна быть на уровне величин, имеющих место при эксплуатации передовых нефтебаз, находящихся в аналогичных условиях. Кроме того, в ТЭО определяют производительность труда персонала (реализация продукции, приходящаяся на одного работающего), а также срок окупаемости капитальных вложений. Последний не должен превышать нормативной величины (около 6,5 лет). Земельный участок под нефтебазу чаще всего выбирают на стадии ТЭО. Он должен удовлетворять ряду требований. Так, территория будущей нефтебазы должна находиться от соседних объектов на расстоянии, удовлетворяющем противопожарным требованиям. Желательно, чтобы она находилась с подветренной стороны от населенных пунктов и соседних сооружений, чтобы пары нефтепродуктов не относились на жилые дома, объекты с открытым огнем и т.п. Речные нефтебазы следует располагать ниже по течению от ближайших населенных пунктов, чтобы предотвратить возможное попадание нефтепродуктов в водозабор. Грунты на территории будущей нефтебазы должны обладать достаточной несущей способностью. В задании на проектирование указываются: месторасположение нефтебазы; номенклатура нефтепродуктов и годовой грузооборот нефтебазы по основным видам нефтепродуктов при полном развитии и на первую очередь; основные источники обеспечения нефтебазы нефтепродуктами, водой для хозяйственно-питьевых и промышленных нужд, горячей водой, электроэнергией и т.д.; условия по очистке и сбросу сточных вод; способ снабжения потребителей нефтепродуктами; намечаемые сроки строительства нефтебазы; наименование генеральной проектной организации и строительной организации-генподрядчика и т.д.

Литература:

1. Разработка нефтяных месторождений Самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
2. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин: диссертация. – Тюмень, 1999.
3. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.
4. Выбор бурового раствора для зарезки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и нефть. – 2002. – С. 46–48.
5. Об одном условии развития изолированного дефекта / В.И. Дунаев [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 8–13.
6. Терещенко И.А., Дунаев В.И. Об одном условии развития вертикальной трещины при гидравлическом воздействии на нефтеносный пласт // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 244–247.

Literature:

1. Development of Samara oblast oil deposits: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.] // Publishing house «Oil. Gas. Innovations». – Samara, 2014.
2. The research and development of complex technology of isolation of water inflow during the construction and operation of wells, Gilaev gg dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical science, Tyumen industrial University. Tyumen, 1999.
3. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment// Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.
4. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and oil. – 2002. – P. 46–48.
5. About one condition of isolated defect development / V.I. Dunayev [et al.] // Ecological Bulletin of Scientific Centers of Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 2. – P. 8–13.
6. Tereschenko I.A., Dunayev V.I. On one condition for the development of vertical fracture under hydraulic impact on the oil-bearing formation // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the II International Scientific-Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 244–247.

НЕФТЯНЫЕ ГАВАНИ, ПРИЧАЛЫ И ПИРСЫ

OIL HARBORS, BERTHS AND PIERS

Харченко Ярослав Михайлович

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

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Недбаева Дарья Александровна

Ученица МОАНУ СОШ № 17 им К.В. Навальневой г. Кореновск
nedbaevadarya@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены нефтяные гавани и их типы.

Ключевые слова: гавань, причал, пирс, заливы, речные затоны.

Kharchenko Yaroslav Mikhailovich

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

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Nedbayeva Darya Alexandrovna

Student of the MOE Secondary school № 17
Named after K.V. Navalneva, Korenovsk
nedbaevadarya@yandex.ru

Annotation. This article discusses oil harbors and their types.

Keywords: harbor, pier, pier, bays, river backwaters.

Для налива и разгрузки нефтеналивных судов устраиваются специальные сооружения – нефтяные гавани, причалы и пирсы. Нефтегаванью называется водная территория (акватория), укрытая от сильных течений, ледохода и ветров, имеющая достаточные для причаливания и маневрирования судов площадь и глубину. Современные нефтегавани проектируются трех типов в виде узкого тупикового бассейна («ковша»), виде выемки части берега или просто в виде огражденной акватории у берега. Чтобы уменьшить объем земляных работ при сооружении нефтегаваней, стараются использовать естественные укрытия в береговой полосе – бухты, заливы и речные затоны. Для предотвращения растекания по воде нефтепродуктов, попавших на ее поверхность (вследствие аварии, пролива и т.п.), акватория нефтегаваней отделяется от остального водного пространства плавучими боновыми ограждениями или затворами. Для пропуска судов боновые ограждения разводятся.

Для непосредственной швартовки нефтеналивных судов служат причалы и пирсы. Причалами называют сооружения, расположенные параллельно берегу, тогда как пирсы расположены перпендикулярно к нему или под некоторым углом. Пирс может иметь одну или несколько причальных линий. Количество причалов определяется расчетом, а их расположение – местными условиями и противопожарными требованиями.

Простейшим типом соединения трубопроводов нефтебаз с нефтеналивными судами являются гибкие прорезиненные рукава (шланги). Они изготавливаются диаметром до 350 мм, длиной 4 м, на рабочее давление до МПа. Недостатком прорезиненных рукавов является то, что при сливо-наливных операциях довольно часты их разрывы, это, свою очередь, приводит к значительному разливу нефтепродуктов.

В настоящее время на смену системам с гибкими рукавами приходят стендеры – конструкции из шарнирно-сочлененных трубопроводов, концевая часть (соединитель) которой служит для соединения береговых коммуникаций с приемо-сливными патрубками трубопроводов на нефтеналивном судне. Диаметр стендеров достигает 500 мм, а рабочее давление в них – 1,6 МПа. Стендеры более надежны, чем гибкие рукава, и обеспечивают большую производительность слива-налива.

Литература:

1. Проблемы промышленного освоения природных метаногидратов / М.Г. Иванов [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 2. – С. 296–309.

2. Дунаев В.И., Терещенко И.А., Молдаванов С.Ю. Об условии развития изолированного дефекта при моделировании гидравлического разрыва нефтеносного пласта // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 4. – С. 23–28.

3. Дунаев В.И. Анализ энергетического условия хрупкого разрушения на основе подхода Райса-Друкера // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2008. – Т. 5. – № 4. – С. 43–50.

4. Терещенко И.А., Дунаев В.И. О развитии вертикальной трещины при гидроразрыве нефтеносного пласта // В сборнике: Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2021. – С. 57–61.

5. Даишев М.И., Ильин М.И., Чудаков Г.М. Центрифуга для разделения суспензий // Авторское свидетельство SU 446316 А1, 15.10.1974. Заявка № 1873735/28-13 от 22.01.1973.

Literature:

1. Problems of industrial development of natural methane hydrates / M.G. Ivanov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2017. – № 2. – P. 296–309.

2. Dunayev V.I., Tereshchenko I.A., Moldavanov S.Y. On the condition of the development of an isolated defect in the simulation of hydraulic fracturing of the oil-bearing reservoir // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 4. – P. 23–28.

3. Dunayev V. I. Analysis of Energy Condition of Brittle Fracture on the Basis of Reiss-Drucker Approach // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2008. – Vol. 5. – № 4. – P. 43–50.

Tereshchenko I.A., Dunayev V.I. On development of vertical fracture during hydraulic fracturing of oil-bearing reservoir // In the collection: Applied Mathematics: Modern Problems of Mathematics, Informatics and Modelling. Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Krasnodar, 2021. – P. 57–61.

5. Daishev M.I., Ilyin M.I., Chudakov G.M. Centrifuge for separation of suspense // Copyright certificate SU 446316 А1, 15.10.1974. Application № 1873735/28-13 dated 22.01.1973.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ

AUTOMOTIVE GAS FILLING COMPRESSOR STATIONS

Харченко Ярослав Михайлович

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

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрим АГНКС и как она работает, а также приведем их различные характеристик.

Ключевые слова: газомоторное топливо, газ, регенерация, аккумулятор, адсорбер.

Kharchenko Yaroslav Mikhailovich

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

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
ongptr@mail.ru

Annotation. In this article, we will consider the CNG and how it works, as well as shows their various characteristics.

Keywords: gas engine fuel, gas, regeneration, battery, adsorber.

Целесообразность использования природного газа в качестве моторного топлива обуславливается тремя факторами: экологической безопасностью, длительной энергообеспеченностью и дешевизной.

На долю автотранспорта приходится более 70 % от общего объема вредных веществ, попадающих в атмосферу городов и промышленных центров. Содержание вредных веществ в выхлопах автомобилей, работающих на природном газе, в 4–5 раз меньше: резко сокращаются выбросы сажи дизельными двигателями и полностью исключается попадание окружающую среду свинца от автомобилей, ранее работавших на этилированном бензине.

Мировые запасы газа многократно превышают запасы нефти. Разведанные запасы газа в России позволяют сохранить достигнутый уровень его добычи течение по крайней мере 200 лет. Запасы же нефти, по мнению многих специалистов, могут быть исчерпаны через несколько десятков лет. Наконец, при использовании в качестве моторного топлива 1 м³ природного газа заменяет 1 л бензина, но цена его примерно в 2 раза меньше.

Для заправки автомобилей природным газом служат автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС). Газ, поступающий из газопровода, очищается от механических примесей в блоке фильтров. Для этого используются четыре сетчатых фильтра, которые задерживают частицы размером больше 15 мкм. Затем измеряется его количество расходомером. В блоке компрессорных установок газ сжимают до 25 МПа. Каждый компрессор имеет четыре цилиндра, через которые газ проходит последовательно. В первом цилиндре он сжимается 1 до 2,5 МПа, во втором – от 2,5 до 7,5 МПа, в третьем – от 7,5 до 13 МПа, в четвертом – от 13 до 25 МПа.

Газомоторное топливо должно быть сухим, поскольку пары воды уменьшают его теплотворную способность. Поэтому скомпримированный газ подвергают осушке. Блок осушки включает два адсорбера, заполненных цеолитом. Газ осушается в них попеременно. Отключенный адсорбер в это время находится на регенерации. Делают это с помощью подогретого электронагревателем газа, называемого газом регенерации.

Насыщенный влагой газ регенерации подается в холодильник. Там влага и частицы масла конденсируются и выводятся в маслоуловитель. После этого газ регенерации поступает обратно в компрессор.

Осушенный газ направляется в блок аккумуляторов, объем каждого из которых составляет 9 м³. Аккумуляторы играют роль буферных емкостей, благодаря которым можно не менять режим работы компрессоров при изменении числа заправляемых автомобилей.

Из аккумуляторов газ подается в блок раздачи. Шланг раздаточной колонки присоединяют к газобаллонной установке автомобиля, плотно затягивая гайку на накопнике шланга. Манометр на колонке показывает давление газа в баллонах автомобиля. Когда оно достигает 20 МПа, выдача газа прекращается.

Литература:

1. Проблемы промышленного освоения природных метаногидратов / М.Г. Иванов [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 2. – С. 296–309.

2. Дунаев В.И., Терещенко И.А., Молдаванов С.Ю. Об условии развития изолированного дефекта при моделировании гидравлического разрыва нефтеносного пласта // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 4. – С. 23–28.

3. Дунаев В.И. Анализ энергетического условия хрупкого разрушения на основе подхода Райса-Друкера // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2008. – Т. 5. – № 4. – С. 43–50.

4. Терещенко И.А., Дунаев В.И. О развитии вертикальной трещины при гидроразрыве нефтеносного пласта // В сборнике: Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2021. – С. 57–61.

5. Даишев М.И., Ильин М.И., Чудаков Г.М. Центрифуга для разделения суспензий // Авторское свидетельство SU 446316 А1, 15.10.1974. Заявка № 1873735/28-13 от 22.01.1973.

Literature:

1. Problems of industrial development of natural methane hydrates / M.G. Ivanov [et al.] // Electronic network multidisciplinary journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2017. – № 2. – P. 296–309.

2. Dunayev V.I., Tereshchenko I.A., Moldavanov S.Y. On the condition of the development of an isolated defect in the simulation of hydraulic fracturing of the oil-bearing reservoir // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 4. – P. 23–28.

3. Dunayev V. I. Analysis of Energy Condition of Brittle Fracture on the Basis of Reiss-Drucker Approach // Environmental Bulletin of Scientific Centers of the Black Sea Economic Cooperation. – 2008. – Vol. 5. – № 4. – P. 43–50.

Tereshchenko I.A., Dunayev V.I. On development of vertical fracture during hydraulic fracturing of oil-bearing reservoir // In the collection: Applied Mathematics: Modern Problems of Mathematics, Informatics and Modelling. Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Krasnodar, 2021. – P. 57–61.

5. Daishev M.I., Ilyin M.I., Chudakov G.M. Centrifuge for separation of suspense // Copyright certificate SU 446316 А1, 15.10.1974. Application № 1873735/28-13 dated 22.01.1973.

ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

GAS DISTRIBUTION NETWORKS

Харченко Ярослав Михайлович

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

Шиян Станислав Иванович

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

Храпай Денис Сергеевич

Студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудования»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
denis99-09@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные виды газораспределительных сетей, а также приведены их различные характеристики.

Ключевые слова: газ, давление, газопровод, газоснабжение, материал труб, запорная арматура, трехступенчатая система, потребитель, грп, предприятия.

Kharchenko Yaroslav Mikhailovich

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

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Khrapai Denis Sergeevich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
denis99-09@yandex.ru

Annotation. This article discusses the main types of gas distribution networks, as well as their various characteristics.

Keywords: gas, pressure, gas pipeline, gas supply, pipe material, shut-off valves, three-stage system, consumer, hydraulic fracturing, enterprises.

Газораспределительной сетью называют систему трубопроводов и оборудования, служащую для транспорта и распределения газа в населенных пунктах. На конец 1994 г. общая протяженность газовых сетей в нашей стране составляет 182 тыс. км. Газ в газораспределительную сеть поступает из магистрального газопровода через газораспределительную станцию. В зависимости от давления различают следующие типы газопроводов систем газоснабжения:

- высокое давление (0,3–1,2 МПа);
- среднего давления (0,005–0,3 МПа);
- низкое давление (менее 0,005 МПа).

В зависимости от числа ступеней понижения давления в газопроводах системы газоснабжения населенных пунктов бывают одно-, двух- и трехступенчатыми:

1) одноступенчатые – это система газоснабжения, при которой распределение и подача газа потребителями осуществляются по газопроводам только одного давления (как правило, низкого); она применяется в небольших населенных пунктах;

2) двухступенчатая система обеспечивает распределение и подачу газа потребителям по газопроводам двух категорий: среднего и низкого или высокого и низкого давлений; она рекомендуется для населенных пунктов с большим числом потребителей, размещенных на значительной территории;

3) трехступенчатая – это система газоснабжения, где подача и распределение газа потребителям осуществляются по газопроводам и низкого, и среднего, и высокого давлений; она рекомендуется для больших городов.

Газопроводы низкого давления в основном используют для газоснабжения жилых домов, общественных зданий и коммунально-бытовых предприятий. Газопроводы среднего и высокого (до 0,6 МПа) давлений предназначены для подачи газа в газопроводы низкого давления через городские ГРП, а также для газоснабжения промышленных и крупных коммунальных предприятий. По газопроводам высокого (более 0,6 МПа) давления газ подается к промышленным потребителям, для которых это условие необходимо по технологическим требованиям.

По назначению в системе газоснабжения различают распределительные газопроводы, газопроводы-вводы и внутренние газопроводы. Распределительные газопроводы обеспечивают подачу газа от источников газоснабжения до газопроводов-вводов. Газопроводы-вводы соединяют распределительные газопроводы с внутренними газопроводами зданий. Внутренним называют газопровод, идущий от газопровода-ввода до места подключения газового прибора, теплоагрегата и т.п.

По расположению в населенных пунктах различают наружные (уличные, внутриквартальные, дворовые, межцеховые, межпоселковые) и внутренние (внутрицеховые, внутридомовые) газопроводы.

Основы транспорта, хранения и переработки нефти и газа:

– По местоположению относительно поверхности земли различают подземные и надземные газопроводы.

– По материалу труб различают газопроводы металлические (стальные, медные) и неметаллические (полиэтиленовые, асбоцементные и др.).

– Подключение и отключение отдельных участков газопроводов и потребителей газа осуществляют с помощью запорной арматуры – задвижек, кранов, вентиляей.

Литература:

1. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Краснотеннинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.

2. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
3. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
4. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
5. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Техничко-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
6. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
7. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
8. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
9. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
10. Шиян С.И., Шутов Д.В., Кусова Л.Г. Оценка условий и выявление границ эффективного освоения энергетических ресурсов техногенных месторождений на примере низконапорного газа // Рассохинские чтения : материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – С. 280–287.
11. Кирилкин Д.Ю., Дрмеян Г.Л., Шиян С.И., Дьяконенко А.С. Анализ эффективности существующей системы очистки сточных вод и обоснование необходимости её модернизации на нефтебазе N // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 190–200.
12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.
13. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.
14. Шиян С.И., Ильинский К.А., Пашуренко И.О. Переработка отходов животноводческого комплекса как решение проблемы парникового эффекта и способ получения источника энергии // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 219–227.

Literature:

1. Batyrov M.I., Shiyan S.I. Interval estimation of the quality of casing string cementing in wells and lateral wellbores within the stone area of the Krasnoleninsk oil field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.
2. Antonov E.N., Shiyan S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing in wells of the Samotlor field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.
3. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Analysis of the effectiveness of hydraulic fracturing at the object AB₁₁₋₂ of the Samotlor field // Nauka. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 2. – P. 55–72.
4. Shapkov E.N., Shiyan S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of pre-development of the Field oil field // Nauka. 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. 222–235.
5. Shiyan S.I., Chuprina N.E. Feasibility Study of Technology of sidetracking and drilling from an idle well // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 1. – P. 291–301.
6. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
7. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
8. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
9. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // Science. New generation. Success. – 2021. Vol. 2. – P. 437–443.
10. Shiyan S.I., Shutov D.V., Kusova L.G. Assessment of conditions and identification of boundaries of effective development of energy resources of man-made fields by the example of low-pressure gas // Rassokhin readings : Materials of an international conference. – Ukhta, 2021. – Part 1. – P. 280–287.
11. Kirilkin D.Yu., Drmeyan G.L., Shiyan S.I., Dyakonenko A.S. Analysis of the effectiveness of the existing wastewater treatment system and justification of the need for its modernization at the oil depot N // Bulatov Readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 190–200.
12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.
13. Goida A.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. The current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.
14. Shiyan S.I., Ilyinsky K.A., Pashurenko I.O. Waste processing of the livestock complex as a solution to the problem of the greenhouse effect and a method of obtaining an energy source // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 219–227.

ПОДЗЕМНЫЕ ХРАНИЛИЩА ГАЗА

UNDERGROUND GAS STORAGE

Храпай Денис Сергеевич

Студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудования»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
denis99-09@yandex.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Харченко Ярослав Михайлович

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены подземные хранилища газа, а также схема подземного хранилища газа.

Ключевые слова: ПХГ, газомотокомпрессор, резервуар, пласт, давление, компрессор.

Khrapai Denis Sergeevich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
denis99-09@yandex.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kharchenko Yaroslav Mikhailovich

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

Annotation. This article, an underground gas storage is considered, as well as a diagram of an underground gas storage.

Keywords: UGS facility, gas engine compressor, reservoir, reservoir, pressure, compressor.

Подземным газохранилищем (ПХГ) называется хранилище газа, созданное в горных породах.

Первое в мире ПХГ было сооружено на базе истощенного газового месторождения в провинции Онтарио (Канада) в 1915 г. В США в 1944 г. имелось более 500 подземных хранилищ газа общей емкостью 3,8 млрд м³. В нашей стране первое подземное газохранилище – Башкатовское ПХГ на западе Оренбургской области – было введено в эксплуатацию в 1958 г. Сегодня их – 25, и вмещают более 60 млрд м³.

Система подземного хранения газа выполняет следующие функции:

- регулирование сезонной неравномерности газопотребления;
- хранение резервов газа на случай аномально холодных зим;
- регулирование неравномерности экспортных поставок газа;
- обеспечение подачи газа в случае нештатных ситуаций в ЕСГ;
- создание долгосрочных резервов газа на случай форс-мажорных обстоятельств при добыче или транспортировке газа.

Различают два типа ПХГ: в искусственных выработках и в пористых пластах. Первый тип хранилищ получил ограниченное распространение. Так, в США по состоянию на 1.09.94 г. на них приходилось 6 % из 371 ПХГ: 1 – в переоборудованной угольной шахте и 21 – в отложениях каменной соли. Остальные 349 ПХГ относятся к хранилищам второго типа: из них 305 размещены в отработанных нефтяных и газовых месторождениях, а 44 – в водоносных пластах.

Широкое использование хранилищ в истощенных нефтегазовых месторождениях объясняется минимальными дополнительными затратами на оборудование ПХГ, поскольку саму ловушку с проницаемым пластом природа уже изготовила.

Принципиальная схема подземного газохранилища приведена на рисунке 1.

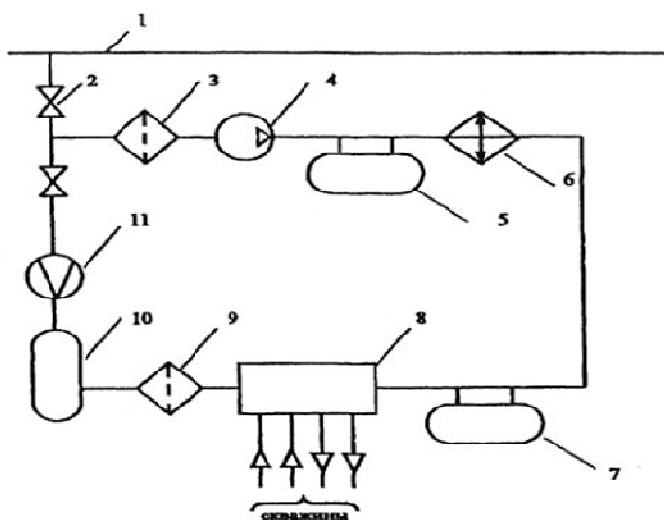


Рисунок 1 – Принципиальная схема наземных сооружений ПХГ:

- 1 – Магистральный газопровод; 2 – газопровод-отвод; 3, 9 – пылеуловители;
4 – компрессорная станция; 5 – сепаратор; 6 – холодильник (градирня или ФВО);
7 – маслоотделитель; 8 – газораспределительный пункт; 10 – установка осушки газа; 11 – расходомер

Газ из магистрального газопровода (1) по газопроводу отводу (2) поступает на компрессорную станцию (4), предварительно пройдя очистку в пылеуловителях (3). Сжатый и нагревшийся при компримировании газ очищается от масла в сепараторах (5), охлаждается в градирне (или АВО) (6) и через маслоотделители (7) поступает на газораспределительный пункт (ГРП) (8). На ГРП осуществляется распределение газа по скважинам.

Давление закачиваемого в подземное хранилище газа достигает 15 МПа. Для закачки, как правило, используются газомотокомпрессоры.

При отборе газа из хранилища его дросселируют на ГРП (8), производят очистку и осушку газа в аппаратах (9, 10), а затем после замера количества расходомером (11) возвращают в магистральный газопровод (1). Если давление газа в подземном хранилище недостаточно высоко, его предварительно компримируют и охлаждают (на рисунке 1 не показано).

Очистка газа от пыли, окалины и частиц масла перед его закачкой в хранилище имеет очень большое значение, так как в противном случае засоряется призабойная зона и уменьшается приемистость скважин.

Оптимальная глубина, на которой создаются подземные газохранилища, составляет от 500 до 800 метров. Это связано с тем, что с увеличением глубины возрастают затраты на обустройства скважин. С другой стороны, не должна быть слишком малой, так как в хранилище создаются достаточно высокие давления.

Подземные хранилища заполняются газом несколько лет, закачивая каждый сезон несколько большее объем газа, чем тот который отбирается.

Общий объем газа в хранилище складывается из двух составляющих: активной и буферной. Буферный объем обеспечивают минимально необходимое заполнение хранилища, а активное – это тот объем газа, которым можно оперировать.

Литература:

1. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
2. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
3. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.
4. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
5. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ11-2 Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
6. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
7. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии зарезки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
8. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.

9. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.
10. Шиян С.И., Ильинский К.А., Пашуренко И.О. Переработка отходов животноводческого комплекса как решение проблемы парникового эффекта и способ получения источника энергии // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 219–227.
11. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
12. Шиян С.И., Шутов Д.В., Кусова Л.Г. Оценка условий и выявление границ эффективного освоения энергетических ресурсов техногенных месторождений на примере низконапорного газа // Рассохинские чтения : материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – С. 280–287.
13. Анализ эффективности существующей системы очистки сточных вод и обоснование необходимости её модернизации на нефтебазе N / Д.Ю. Кирилкин [и др.] // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 190–200.
14. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

Literature:

1. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
2. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
3. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval estimation of the quality of casing string cementing in wells and lateral wellbores within the stone area of the Krasnoleninsk oil field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.
4. Antonov E.N., Shiyani S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing in wells of the Samotlor field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.
5. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Analysis of the effectiveness of hydraulic fracturing at the object AB11-2 of the Samotlor field // Nauka. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 2. – P. 55–72.
6. Shapkov E.N., Shiyani S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of pre-development of the Field oil field // Nauka. 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. 222–235.
7. Shiyani S.I., Chuprina N.E. Feasibility Study of Technology of sidetracking and drilling from an idle well // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 1. – P. 291–301.
8. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyani S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.

9. Goida A.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. The current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.
10. Shiyan S.I., Ilyinsky K.A., Pashurenko I.O. Waste processing of the livestock complex as a solution to the problem of the greenhouse effect and a method of obtaining an energy source // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 219–227.
11. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
12. Shiyan S.I., Shutov D.V., Kusova L.G. Assessment of conditions and identification of boundaries of effective development of energy resources of man-made fields by the example of low-pressure gas // Rassokhin readings : Materials of an international conference. – Ukhta, 2021. – Part 1. – P. 280–287.
13. Analysis of the effectiveness of the existing wastewater treatment system and justification of the need for its modernization at the oil depot N / D.Yu. Kirilkin [et al.] // Bulatov Readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 190–200.
14. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

СВОЙСТВА ГАЗОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТЕХНОЛОГИЮ ИХ ТРАНСПОРТА

PROPERTIES OF GASES AFFECTING THE TECHNOLOGY OF THEIR TRANSPORT

Храпай Денис Сергеевич

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудования»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
denis99-09@yandex.ru

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры
оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Лежнев Всеволод Викторович

доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
Кубанский государственный университет
dunayev1964@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены свойства газов, которые влияют на технологию их транспорта.

Ключевые слова: плотность, вязкость, сжимаемость, давление.

Khrapai Denis Sergeevich

Student Training Direction 15.03.02
«Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
denis99-09@yandex.ru

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02
«Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Lezhnev Vsevlod Viktorovich

Assistant Professor,
Department of «Theoretical Physics and Computer Technologies»,
Kuban State University
dunayev1964@bk.ru

Annotation. This article discusses the properties of gases that affect the technology of their transport.

Keywords: density, viscosity, compressibility, pressure.

Основными свойствами газов, влияющими на технологию их транспорта по трубопроводам. Является плотность, вязкость, сжимаемость и способность образовывать газовые гидраты.

Плотность газов – зависит от давления и температуры. Так как при движении по газопроводу давление уменьшается, то плотность газа снижается, и скорость его движения возрастет. Таким образом, в отличие от нефте- и нефтепродуктопроводов транспортируемая среда в газопроводах движется с ускорением.

Вязкость газов в отличие от вязкости жидкостей изменяется прямо пропорционально изменению температуры, т.е. при увеличении температуры она также возрастает, и наоборот. Это свойство используют на практике: охлаждая газы после компримирования, добиваются уменьшения потерь давления на преодоление сил трения в газопроводах.

Сжимаемость – это свойство газов уменьшать свой объем при увеличении давления. Благодаря свойству сжимаемость в специальных емкостях – газгольдерах высокого давления – можно хранить количество газа, в десятки раз превышающие геометрический объем емкости.

Если газ содержит пары воды, то при определенных сочетаниях давления и температуры он образует гидраты – белую кристаллическую массу, похожую на лед или снег. Гидраты уменьшают, а порой и полностью перекрывают сечение газопровода, образуя пробку. Чтобы избежать этого, газ до закачки в газопровод подвергают осушке.

Охлаждение газа при дросселировании давления называется эффектом Джоуля – Томсона. Интенсивность охлаждения характеризуется одноименным коэффициентом D_i , величина которого зависит от давления и температуры газа. Например, при увеличении 5,15 МПа и температуре 0 °С величина $D_i = 3,8$ град/МПа. Если дросселировать давление с 5,15 МПа до атмосферного, его температура вследствие проявления эффекта Джоуля – Томсона понизится примерно на 20 °С.

Литература:

1. Разработка нефтяных месторождений самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
2. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин диссертация на соискание уче-

ной степени кандидата технических наук / Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.

3. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.

4. Выбор бурового раствора для зарезки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и Нефть. – 2002. – № 8. – С. 46–48.

5. Об одном условии развития изолированного дефекта / В.И. Дунаев [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 8–13.

6. Терещенко И.А., Дунаев В.И. Об одном условии развития вертикальной трещины при гидравлическом воздействии на нефтеносный пласт // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 244–247.

7. Терещенко И.А., Дунаев В.И. О развитии вертикальной трещины при гидро-разрыве нефтеносного пласта // В сборнике: Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2021. – С. 57–61.

Literature:

1. Development of Samara oblast oil deposits: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.] // Publishing house «Oil. Gas. Innovations». – Samara, 2014.

2. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies for isolation of water flows during the construction and operation of wells // Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.

3. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment// Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.

4. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and Oil. – 2002. – № 8. – P. 46–48.

5. About one condition of isolated defect development / V.I. Dunayev [et al.] // Ecological Bulletin of Scientific Centers of Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 2. – P. 8–13.

6. Tereschenko I.A., Dunayev V.I. On one condition for the development of vertical fracture under hydraulic impact on the oil-bearing formation // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the II International Scientific-Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 244–247.

7. Tereshchenko I.A., Dunayev V.I. On the development of vertical fracture during hydraulic fracturing of an oil-bearing reservoir // In the collection: Applied Mathematics: Modern Problems of Mathematics, Informatics and Simulation. Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Krasnodar, 2021. – P. 57–61.

СОСТАВ РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРИ СООРУЖЕНИИ НАСОСНЫХ И КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

SCOPE OF WORK PERFORMED DURING THE CONSTRUCTION OF PUMPING AND COMPRESSOR STATIONS

Храпай Денис Сергеевич

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудования»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
denis99-09@yandex.ru

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры
оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Лежнев Всеволод Викторович

доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
Кубанский государственный университет
dunayev1964@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены работы выполняемые при насосных и компрессорных станциях.

Ключевые слова: ЛЭП, энергия, насос, телемеханика, автоматика.

Khrapai Denis Sergeevich

Student Training Direction 15.03.02
«Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
denis99-09@yandex.ru

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02
«Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Lezhnev Vsevlod Viktorovich

Assistant Professor,
Department of «Theoretical Physics and Computer Technologies»,
Kuban State University
dunayev1964@bk.ru

Annotation. This article discusses the work performed at pumping and compressor stations.

Keywords: power lines, energy, pump, telemechanics, automation.

Началу строительных работ предшествует подготовительный этап. В ходе него осуществляют:

- устройство строительной площадки и подъездных путей;
- подведение и разводку линий энерго- и водоснабжения;
- сооружение временных помещений для проживания и бытового обслуживания рабочих, а также для размещения прибывающих оборудования и материалов;
- доставку на строительную площадку топлива, оборудования и строительных материалов.

Для быстрого развертывания строительно-монтажных работ прежде всего осваивают строительную площадку: ограждают территорию, прокладывают дороги, сооружают растворно – бетонный узел, склады. Одновременно размещают заказы на поставку строительных материалов, на изготовление железобетонных и металлических конструкций.

В качестве источников воды выбирают артезианские скважины или естественные водоёмы. Количество подаваемой воды должно быть достаточным, чтобы обеспечить ее потребление на хозяйственно – питьевые, производственные и противопожарные нужды. Для подачи воды сооружают временную насосную и подводящие водоводы.

Для временного энергоснабжения строительной площадки используется постоянные или временные источники энергии.

В качестве постоянных используются линии электропередач (ЛЭП), подключение к которым производится через понижающие трансформаторные подстанции. Роль временных источников энергии выполняют передвижные электростанции, силовыми установками в которых являются двигатели внутреннего сгорания.

Рабочих, занятых на строительстве, расселяют в благоустроенных жилых городках, скомплектованных из передвижных домиков различного типа. Жилые городки оборудуются дорожками, кюветами для стока воды и наружным освещением. Обязательным элементом городков являются столовая и санитарно – гигиенические сооружения.

Работы, выполняемые в ходе основного этапа, подразделяют на общестроительные и специальные. К общим строительным работам относят разбивочные, земельные, бетонные, монтажные работы по сооружению зданий и работы по устройству кровли. Прежде чем начать какие-либо работы, связанные со строительством любого объекта НС или КС, основные оси и размеры сооружений переносят с чертежей на местность

К специальным строительным работам относят работы по монтажу перекачивающих агрегатов, основного и вспомогательного технологического оборудования, технологических трубопроводов, резервуаров для нефти и нефтепродуктов, систем водоснабжения, канализации, отопления и вентиляции, систем контрольно – измерительных приборов и автоматики, телемеханики и связи.

Литература:

1. Разработка нефтяных месторождений самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
2. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.
3. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.
4. Выбор бурового раствора для резки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и Нефть. – 2002. – № 8. – С. 46–48.
5. Об одном условии развития изолированного дефекта / В.И. Дунаев [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 8–13.
6. Терещенко И.А., Дунаев В.И. Об одном условии развития вертикальной трещины при гидравлическом воздействии на нефтеносный пласт // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 244–247.
7. Терещенко И.А., Дунаев В.И. О развитии вертикальной трещины при гидро-разрыве нефтеносного пласта // В сборнике: Прикладная математика: современные проблемы математики, информатики и моделирования. Материалы III всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Краснодар, 2021. – С. 57–61.

Literature:

1. Development of Samara oblast oil deposits: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.] // Publishing house «Oil. Gas. Innovations». – Samara, 2014.
2. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies for isolation of water flows during the construction and operation of wells // Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
3. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment// Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.
4. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and Oil. – 2002. – № 8. – P. 46–48.
5. About one condition of isolated defect development / V.I. Dunayev [et al.] // Ecological Bulletin of Scientific Centers of Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 2. – P. 8–13.
6. Tereschenko I.A., Dunayev V.I. On one condition for the development of vertical fracture under hydraulic impact on the oil-bearing formation // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the II International Scientific-Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 244–247.
7. Tereshchenko I.A., Dunayev V.I. On the development of vertical fracture during hydraulic fracturing of an oil-bearing reservoir // In the collection: Applied Mathematics: Modern Problems of Mathematics, Informatics and Simulation. Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Krasnodar, 2021. – P. 57–61.

ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

MAIN FACILITIES OF GAS PROCESSING PLANTS

Храпай Денис Сергеевич

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудования»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
denis99-09@yandex.ru

Малофеева Анастасия Юрьевна

студентка направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
89098187863@mail.ru

Терещенко Иван Анатольевич

старший преподаватель кафедры
оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
ongptr@mail.ru

Ханюченко Никита Демьянович

инженер кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Лежнев Всеволод Викторович

доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий,
Кубанский государственный университет
dunayev1964@bk.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные объекты газоперерабатывающих заводов, а также представлена схема.

Ключевые слова: ГПЗ, н-гексан, бензин, давление, очистка, осушка, пентан, бутан.

Khrapai Denis Sergeevich

Student Training Direction 15.03.02
«Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
denis99-09@yandex.ru

Malofeeva Anastasia Yurievna

Student Training Direction 15.03.02
«Technological Machines and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
89098187863@mail.ru

Tereshchenko Ivan Anatolyevich

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

Hanyuchenko Nikita Demyanovich

Engineer of the Department Equipment of Oil and Gas Fields,
Kuban State Technological University
n.d.khanyuchenko@mail.ru

Lezhnev Vsevlod Viktorovich

Assistant Professor,
Department of «Theoretical Physics and Computer Technologies»,
Kuban State University
dunayev1964@bk.ru

Annotation. This article discusses the main facilities of gas processing plants, and also presents a diagram.

Keywords: GPP, n-hexane, gasoline, pressure, cleaning, drying, pentane, butane.

На газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) с полным (законченным) технологическим циклом применяют пять основных технологических процессов:

- 1) прием, замер и подготовка (очистка, осушка и т.д.) газа к переработке;
- 2) компримирование газа до давления, необходимого для переработки;
- 3) отбензинивание газа, т.е. извлечение из него нестабильного газового бензина;
- 4) разделение нестабильного бензина на газовый бензин и индивидуальные технически чистые углеводороды (пропан, бутаны, пентаны, н-гексан);
- 5) хранение и отгрузка жидкой продукции завода.

Газоперерабатывающее производство может быть организовано не только как ГПЗ, но и как газоотбензинивающая установка в составе нефтегазодобывающего управления (НГДУ) или нефтеперерабатывающего завода (НПЗ). Это делается когда количество исходного сырья невелико.

Принципиальная технологическая схема ГПЗ приведена на рисунке 1.

Газ поступает на пункт приема под давлением ОД 5 ... 0,35 МПа. Здесь сначала производят замер его количества, а затем направляют в приемные сепараторы, где от газа отделяют механические примеси (песок, пыль, продукты коррозии газопроводов) и капельную влагу. Далее газ поступает на установку очистки газа (2), где от него отделяют сероводород и углекислый газ.

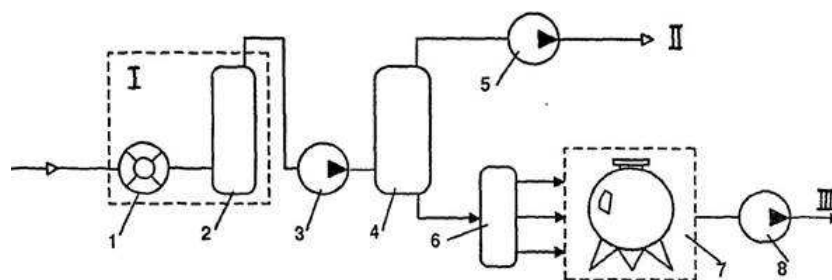


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема ГПЗ: I – пункт приема газа; II – сухой газ потребителям; III – жидкая продукция потребителям; 1 – узел замера количества газа; 2 – установка очистки газа; 3 – компрессорная станция; 4 – отбензинивающие установки; 5 – компрессорная станция 2-й ступени; 6 – газодифференцирующие установки; 7 – товарный парк; 8 – пункт отгрузки жидкой продукции

Компрессорная станция 1-й ступени (3) предназначена для перекачки сырьевого («сырого») газа. Сжатие осуществляется в одну, две или три ступени газомоторными компрессорами (10 ГК, 10 ГКМ, 10 ГКН) или центробежными нагнетателями (К-380, К-980).

На отбензинивающих установках (4) сырьевой газ разделяют на нестабильный газовый бензин, отбензиненный газ и сбросной газ. Нестабильный бензин направляют на газодифракционирующие установки (6). Отбензиненный («сухой») газ компрессорной станцией II-й степени (5) закачивается в магистральный газопровод или реализуется местным потребителям. Сбросной газ используют для топливных нужд котельной и трубчатых печей.

Газодифракционирующие установки (6) предназначены для разделения нестабильного бензина на газовый (стабильный) бензин и индивидуальные технически чистые углеводороды: этан, пропан, бутаны, пентаны и н-гексан. Получаемые продукты газоразделения откачивают в товарный парк (7), откуда впоследствии производится их отгрузка железнодорожным транспортом или по трубопроводам.

Литература:

1. Разработка нефтяных месторождений самарской области: от практики к стратегии / Г.Г. Гилаев [и др.]. – Самара, 2014.
2. Гилаев Г.Г. Исследование и разработка комплекса технологий изоляции водопритоков при строительстве и эксплуатации скважин диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тюменский индустриальный университет. – Тюмень, 1999.
3. Лядов Б.С., Кошелев А.Т., Гилаев Г.Г. Способ обработки нагнетательных скважин // Патент на изобретение 27.05.1999. Заявка от 13.01.1998.
4. Выбор бурового раствора для зарезки бокового ствола / О.А. Лушпеева [и др.] // Бурение и Нефть. – 2002. – № 8. – С. 46–48.
5. Об одном условии развития изолированного дефекта / В.И. Дунаев [и др.] // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2021. – Т. 18. – № 2. – С. 8–13.
6. Терещенко И.А., Дунаев В.И. Об одном условии развития вертикальной трещины при гидравлическом воздействии на нефтеносный пласт // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 244–247.

Literature:

1. Development of Samara oblast oil deposits: from practice to strategy / G.G. Gilaev [et al.] // Publishing house «Oil. Gas. Innovations». – Samara, 2014.
2. Gilaev G.G. Research and development of a complex of technologies for isolation of water flows during the construction and operation of wells // Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Tyumen Industrial University. – Tyumen, 1999.
3. Lyadov B.S., Koshelev A.T., Gilaev G.G. Method of injection wells treatment // Patent for invention 27.05.1999. Application from 13.01.1998.
4. Choice of drilling mud for sidetracking / O.A. Lushpeeva [et al.] // Drilling and Oil. – 2002. – № 8. – P. 46–48.
5. About one condition of isolated defect development / V.I. Dunayev [et al.] // Ecological Bulletin of Scientific Centers of Black Sea Economic Cooperation. – 2021. – Vol. 18. – № 2. – P. 8–13.
6. Tereschenko I.A., Dunayev V.I. On one condition for the development of vertical fracture under hydraulic impact on the oil-bearing formation // In the collection: Science. New Generation. Success. Materials of the II International Scientific-Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 244–247.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ ТИПА DC3A
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**PARAMETERS IDENTIFICATION OF THE DC3A EXCITATION
CONTROLLER MATHEMATICAL MODEL
BASED ON THE DATA OF A NUMERICAL EXPERIMENT**

Хуаде Нафсет Заурбиевна

студентка 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Теучеж Тимур Русланович

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Ставриади Александр Сергеевич

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

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

Аннотация. В условиях постоянного увеличения стоимости электроэнергии многие крупные потребители довольно часто задумываются об увеличении независимости от поставщиков электроэнергии. Решить эту проблему можно путем строительства электростанции собственных нужд. В данной работе рассмотрена идентификация параметров модели регулятора DC3A синхронного генератора газопоршневого агрегата электростанции собственных нужд механического завода. Произведено математическое моделирование электростанции собственных нужд предприятия с учетом параллельной работы электростанции с сетью.

Ключевые слова: электроснабжение, электрооборудование, электрические нагрузки, электростанция собственных нужд.

Khuade Nafset Zaurbievna

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Teuchezh Timur Ruslanovich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Stavriadi Alexander Sergeevich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Oppakhodzhaev Alisher Maksudovich

Senior Lecturer,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Annotation. With the constant increase in the cost of electricity, many large consumers quite often think about increasing independence from electricity suppliers. This problem can be solved by building a power plant for its own needs. In this paper, the identification of the parameters of the DC3A regulator model of the synchronous generator of the gas piston unit of the auxiliary power plant of a mechanical plant is considered. A mathematical modeling of the power plant for the company's own needs was carried out, taking into account the parallel operation of the power plant with the network.

Keywords: power supply, electric equipment, electric loads, power plant of own needs.

Достижения в области развития малой энергетики сделали реальным получение экономических выгод от применения малых электростанций собственных нужд, которые используются для электроснабжения объектов в различных отраслях промышленности. В данной работе была смоделирована схема электроснабжения деревообрабатывающего завода с электростанцией собственных нужд и исследованы параметры параллельной работы генератора с сетью при различных настройках автоматического регулятора возбуждения генератора (АРВ) типа DC3A, а именно – коэффициентах усиления возбудителя (exciter gain), усиления регулятора (regulator gain), в среде Matlab Simulink.

В последнее время большое внимания уделяется энергосбережению, которое играет значительную роль для всех отраслей промышленности. Так как в некоторых регионах рост потребления электроэнергии значительно опережает темпы ввода новых генерирующих мощностей, возникает «дефицит мощности», а также увеличение тарифов на электроэнергию.

В связи с этим, для электроснабжения различных объектов промышленности все чаще используются электростанции собственных нужд с газотурбинными и газопоршневыми электроагрегатами. Такие электростанции применяются в качестве основных, резервных и аварийных источников электроснабжения.

Помимо того, что это позволяет частично решить проблему с дефицитом электроэнергии, использование электростанций собственных нужд делает реальным получение экономических выгод. Так как для промышленных предприятий применяется двухставочная тарифная система, то величина издержек зависит от величины «установленной» мощности и фактически потребленной энергии. При использовании ЭСН возможно уменьшение стоимости электроэнергии, что позволяет значительно сократить расходы на покупку электроэнергии, а при возможности даже выдавать ее в сеть, то есть продавать.

На электростанциях собственных нужд в качестве источников электроэнергии используются синхронные генераторы. Для регулирования возбуждения синхронных генераторов применяются автоматические регуляторы возбуждения. Параметры автоматических регуляторов возбуждения различных типов наиболее полно описываются в [1]. Однако в реальной эксплуатации для различного оборудования приходится применять значения параметров автоматического регулятора возбуждения отличные от стандартных.

Литература:

1. Моделирование режима пуска глубокопазного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ» / ООО «Издательский Дом – Юг», 2020. – С. 87–90.

2. 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.

3. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическая модель двухконтурного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора // В сборнике: Технические и технологические системы. Материалы десятой Международной научной конференции / Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2019. – С. 126–129.

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

5. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.

Literature:

1. Modeling of starting mode of deep-brake induction motor in generalized vector coordinates / B.A. Korobeinikov [et al.] // In collection: Nauka. New Generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FGBOU VO «KubGTU» / Editing LLC «Publishing House – South», 2020. – P. 87–90.

2. 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 Kuban State Agrarian University. – 2017. – № 128. – P. 505–517.

3. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical model of a two-circuit induction motor in coordinates of the generalized vector // In the collection: Technical and technological systems. Materials of the tenth international scientific conference / Under the general editorship of B.H. Gaitov. – 2019. – P. 126–129.

4. Simulation of short-circuit at the terminals of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 73–77.

5. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ ТИПА АС8В
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**PARAMETERS IDENTIFICATION OF THE AC8B EXCITATION
CONTROLLER MATHEMATICAL MODEL BASED
ON THE DATA OF A NUMERICAL EXPERIMENT**

Хуаде Нафсет Заурбиевна

студентка 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Теучеж Тимур Русланович

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Ставриади Александр Сергеевич

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

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

Аннотация. В условиях постоянного увеличения стоимости электроэнергии многие крупные потребители довольно часто задумываются об увеличении независимости от поставщиков электроэнергии. Решить эту проблему можно путем строительства электростанции собственных нужд. В данной работе рассмотрена идентификация параметров модели регулятора АС8В синхронного генератора газопоршневого агрегата электростанции собственных нужд завода стальной арматуры. Произведено математическое моделирование электростанции собственных нужд предприятия с учетом параллельной работы электростанции с сетью.

Ключевые слова: электроснабжение, электрооборудование, электрические нагрузки, электростанция собственных нужд.

Khuade Nafset Zaurbievna

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Teuchezh Timur Ruslanovich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Stavriadi Alexander Sergeevich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Oppakhodzhaev Alisher Maksudovich

Senior Lecturer,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Annotation. With the constant increase in the cost of electricity, many large consumers quite often think about increasing independence from electricity suppliers. This problem can be solved by building a power plant for its own needs. In this paper, the identification of the parameters of the AC8B regulator model of the synchronous generator of the gas piston unit of the auxiliary power steel reinforcement plant is considered. A mathematical modeling of the power plant for the company's own needs was carried out, taking into account the parallel operation of the power plant with the network.

Keywords: power supply, electric equipment, electric loads, power plant of own needs.

Достижения в области развития малой энергетики сделали реальным получение экономических выгод от применения малых электростанций собственных нужд, которые используются для электроснабжения объектов в различных отраслях промышленности. В данной работе была смоделирована схема электроснабжения завода стальной арматуры с электростанцией собственных нужд и исследованы параметры параллельной работы генератора с сетью при различных настройках автоматического регулятора возбуждения генератора (АРВ) типа АС8В, а именно – коэффициентах усиления возбудителя (exciter gain), усиления регулятора (regulator gain), в среде Matlab Simulink.

В последнее время большое внимания уделяется энергосбережению, которое играет значительную роль для всех отраслей промышленности. Так как в некоторых регионах рост потребления электроэнергии значительно опережает темпы ввода новых генерирующих мощностей, возникает «дефицит мощности», а также увеличение тарифов на электроэнергию.

В связи с этим, для электроснабжения различных объектов промышленности все чаще используются электростанции собственных нужд с газотурбинными и газопоршневыми электроагрегатами. Такие электростанции применяются в качестве основных, резервных и аварийных источников электроснабжения.

Помимо того, что это позволяет частично решить проблему с дефицитом электроэнергии, использование электростанций собственных нужд делает реальным получение экономических выгод. Так как для промышленных предприятий применяется двухставочная тарифная система, то величина издержек зависит от величины «установленной» мощности и фактически потребленной энергии. При использовании ЭСН возможно уменьшение стоимости электроэнергии, что позволяет значительно сократить расходы на покупку электроэнергии, а при возможности даже выдавать ее в сеть, то есть продавать.

На электростанциях собственных нужд в качестве источников электроэнергии используются синхронные генераторы. Для регулирования возбуждения синхронных генераторов применяются автоматические регуляторы возбуждения. Параметры автоматических регуляторов возбуждения различных типов наиболее полно описываются в [1]. Однако в реальной эксплуатации для различного оборудования приходится применять значения параметров автоматического регулятора возбуждения отличные от стандартных.

Литература:

1. 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.

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

3. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.

4. Исследование режима работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора GE JENBACHER JMS 920 электростанции собственных нужд промышленного предприятия / Д.И. Сидоров [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 1. – С. 165–175.

Literature:

1. Study of parameters of operation of automatic excitation controller of synchronous generator Marelli MJH800 MC6 capacity 4180 kVA auxiliary power plant / A.A. Biryukova [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2019. – № 1. – P. 1–12.

2. Simulation of short-circuit at the terminals of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 73–77.

3. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.

4. Operation mode research of automatic excitation controller of synchronous generator GE JENBACHER JMS 920 of auxiliary power plant of industrial enterprise / D.I. Sidorenko [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of KubGТУ». – 2019. – № 1. – P. 165–175.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ ТИПА DC4B
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**IDENTIFICATION OF THE PARAMETERS
OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE DC4B TYPE
EXCITATION CONTROLLER BASED ON THE DATA
OF A NUMERICAL EXPERIMENT**

Чанкаева Ольга Ивановна

студентка 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Наумов Евгений Алексеевич

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Кузнецов Игорь Александрович

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

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

Аннотация. В последнее время широкое распространение получили мини-ТЭЦ, которые различные предприятия края сооружают для электро- и теплоснабжения собственных потребителей. Сооружение подобных электростанций с экономической точки зрения может быть весьма выгодно благодаря значительному сокращению затрат на закупку энергетических ресурсов, а так же оплате так называемого «резерва мощности». В данной работе рассмотрена идентификация параметров модели регулятора DC4B синхронного генератора газопоршневого агрегата электростанции собственных нужд деревообрабатывающего завода. Произведено математическое моделирование электростанции собственных нужд предприятия с учетом выдачи мощности в сеть.

Ключевые слова: электроснабжение, электрооборудование, электрические нагрузки, электростанция собственных нужд.

Chankaeva Olga Ivanovna

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Naumov Evgeniy Alexeevich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Kuznetsov Igor Alexandrovich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Oppakhodzhaev Alisher Maksudovich

Senior Lecturer,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Annotation. Recently, mini-CHP plants have become widespread, which various enterprises of the region build for electricity and heat supply to their own consumers. The construction of such power plants from an economic point of view can be very beneficial due to a significant reduction in the cost of purchasing energy resources, as well as paying for the so-called «power reserve». In this paper, the identification of the parameters of the DC4B regulator model of the synchronous generator of the gas piston unit of the power plant of the auxiliary needs of the woodworking plant is considered. Mathematical modeling of the power plant for own needs of the enterprise, taking into account the output of power to the network, has been carried out.

Keywords: power supply, electric equipment, electric loads, power plant of own needs.

Развитие энергетики и электрификации в значительной степени определяет уровень развития народного хозяйства страны в целом. Электроэнергия является наиболее универсальным видом энергии, она просто и экономично может быть преобразована в другие виды энергии. Немыслимо представить современную промышленность, наш быт и все народное хозяйство страны без использования электроэнергии.

Современное состояние энергетики и электрификации страны определяет и уровень развития всего народного хозяйства. С развитием уровня народного хозяйства электрификация объектов промышленности и сельского хозяйства осуществлялась сначала от автономных источников, а затем от сложных и разветвленных энергосистем в настоящее время.

Основными потребителями электрической энергии являются промышленные предприятия, сельское хозяйство, коммунальные нужды. 70 % всей электроэнергии расходуется на технологические процессы предприятий.

В последнее время большое внимания уделяется энергосбережению, которое играет значительную роль для всех отраслей промышленности. Так как в некоторых регионах рост потребления электроэнергии значительно опережает темпы ввода новых генерирующих мощностей, возникает «дефицит мощности», а также увеличение тарифов на электроэнергию.

В связи с этим, для электроснабжения различных объектов промышленности все чаще используются электростанции собственных нужд с газотурбинными и газопоршневыми электроагрегатами. Такие электростанции применяются в качестве основных, резервных и аварийных источников электроснабжения.

На электростанциях собственных нужд в качестве источников электроэнергии используются синхронные генераторы. Для регулирования возбуждения синхронных генераторов применяются автоматические регуляторы возбуждения. Параметры автоматических регуляторов возбуждения различных типов наиболее полно описываются в [1]. Однако в реальной эксплуатации для различного оборудования приходится применять значения параметров автоматического регулятора возбуждения отличные от стандартных.

Достижения в области развития малой энергетики сделали реальным получение экономических выгод от применения малых электростанций собственных нужд, которые используются для электроснабжения объектов в различных отраслях промышленности. В данной работе была смоделирована схема электроснабжения деревообрабатывающего завода с электростанцией собственных нужд и исследованы параметры параллельной работы генератора с сетью при различных настройках автоматического регулятора возбуждения генератора (АРВ) типа DC4B, а именно – коэффициентах усиления возбудителя (exciter gain), усиления регулятора (regulator gain), усиления демпфирующего фильтра (damping filter gain) в среде Matlab Simulink.

Литература:

1. Моделирование режима пуска глубокопазного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Коллектив авторов, ФГБОУ ВО «КубГТУ» / ООО «Издательский Дом – Юг», 2020. – С. 87–90.
2. 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.
3. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическая модель двухконтурного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора // В сборнике: Технические и технологические системы. Материалы десятой Международной научной конференции / Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2019. – С. 126–129.
4. Исследование параметров работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора Marelli MJH800 MS6 мощностью 4180 кВА электростанции собственных нужд / А.А. Бирюкова [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 1. – С. 1–12.
5. Моделирование короткого замыкания на зажимах асинхронного двигателя с глубокопазным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
6. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазным ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.

7. Исследование режима работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора GE JENBACHER JMS 920 электростанции собственных нужд промышленного предприятия / Д.И. Сидоров [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 1. – С. 165–175.

8. 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.

9. 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.

Literature:

1. Modeling of starting mode of deep-brake induction motor in generalized vector coordinates / B.A. Korobeinikov [et al.] // In collection: Nauka. New Generation. Success. Materials of the International Scientific-Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. Authors' group, FGBOU VO «KubGTU» / Editing LLC «Publishing House – South», 2020. – P. 87–90.

2. 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 Kuban State Agrarian University. – 2017. – № 128. – P. 505–517.

3. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical model of a two-circuit induction motor in coordinates of the generalized vector // In the collection: Technical and technological systems. Materials of the tenth international scientific conference / Under the general editorship of B.H. Gaitov. – 2019. – P. 126–129.

4. Study of parameters of operation of automatic excitation controller of synchronous generator Marelli MJH800 MC6 capacity 4180 kVA auxiliary power plant / A.A. Biryukova [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2019. – № 1. – P. 1–12.

5. Simulation of short-circuit at the terminals of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 73–77.

6. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.

7. Operation mode research of automatic excitation controller of synchronous generator GE JENBACHER JMS 920 of auxiliary power plant of industrial enterprise / D.I. Sidorov [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of KubGTU». – 2019. – № 1. – P. 165–175.

8. Korobeinikov B.A., Sidorov D.I., Lityagin D.A. Current relay based on a single-phase transformer with a rotating magnetic field // Proceedings of higher educational institutions. North Caucasus region. Technical Sciences. – 2010. – № 2 (154). – P. 67–69.

9. Analysis of current protections under current transformer overload conditions / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2014. – № 1. – P. 84–95.

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ ТИПА АС7В
НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

**IDENTIFICATION OF THE PARAMETERS
OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE DC4B TYPE
EXCITATION CONTROLLER BASED
ON THE DATA OF A NUMERICAL EXPERIMENT**

Чанкаева Ольга Ивановна

студентка 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Наумов Евгений Алексеевич

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Кузнецов Игорь Александрович

студент 3 курса магистратуры
кафедры электроснабжения промышленных предприятий
института нефти газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

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

Аннотация. В последнее время широкое распространение получили мини-ТЭЦ, которые различные предприятия края сооружают для электро- и теплоснабжения собственных потребителей. Сооружение подобных электростанций с экономической точки зрения может быть весьма выгодно благодаря значительному сокращению затрат на закупку энергетических ресурсов, а так же оплате так называемого «резерва мощности». В данной работе рассмотрена идентификация параметров модели регулятора АС7В синхронного генератора газопоршневого агрегата электростанции собственных нужд машиностроительного завода. Произведено математическое моделирование электростанции собственных нужд предприятия с учетом выдачи мощности в сеть.

Ключевые слова: электроснабжение, электрооборудование, электрические нагрузки, электростанция собственных нужд.

Chankaeva Olga Ivanovna

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Naumov Evgeniy Alexeevich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Kuznetsov Igor Alexandrovich

3rd year Student Master's Degree,
Department of Electricity Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Sidorov Dmitry Igorevich

Associate Professor,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
d.i.sidoroff@gmail.com

Oppakhodzhaev Alisher Maksudovich

Senior Lecturer,
Department of Power Supply of Industrial Enterprises,
Institute of Oil, Gas and Power Engineering,
Kuban State Technological University
alisher.o.m@gmail.com

Annotation. Recently, mini-CHP plants have become widespread, which various enterprises of the region build for electricity and heat supply to their own consumers. The construction of such power plants from an economic point of view can be very beneficial due to a significant reduction in the cost of purchasing energy resources, as well as paying for the so-called «power reserve». In this paper, the identification of the parameters of the AC7B regulator model of the synchronous generator of the gas piston unit of the power plant of the auxiliary needs of the machine-building plant is considered. Mathematical modeling of the power plant for own needs of the enterprise, taking into account the output of power to the network, has been carried out.

Keywords: power supply, electric equipment, electric loads, power plant of own needs.

Развитие энергетики и электрификации в значительной степени определяет уровень развития народного хозяйства страны в целом. Электроэнергия является наиболее универсальным видом энергии, она просто и экономично может быть преобразована в другие виды энергии. Немыслимо представить современную промышленность, наш быт и все народное хозяйство страны без использования электроэнергии.

Современное состояние энергетики и электрификации страны определяет и уровень развития всего народного хозяйства. С развитием уровня народного хозяйства электрификация объектов промышленности и сельского хозяйства осуществлялась сначала от автономных источников, а затем от сложных и разветвленных энергосистем в настоящее время.

Основными потребителями электрической энергии являются промышленные предприятия, сельское хозяйство, коммунальные нужды. 70 % всей электроэнергии расходуется на технологические процессы предприятий.

В последнее время большое внимания уделяется энергосбережению, которое играет значительную роль для всех отраслей промышленности. Так как в некоторых регионах рост потребления электроэнергии значительно опережает темпы ввода новых генерирующих мощностей, возникает «дефицит мощности», а также увеличение тарифов на электроэнергию.

В связи с этим, для электроснабжения различных объектов промышленности все чаще используются электростанции собственных нужд с газотурбинными и газопоршневыми электроагрегатами. Такие электростанции применяются в качестве основных, резервных и аварийных источников электроснабжения.

На электростанциях собственных нужд в качестве источников электроэнергии используются синхронные генераторы. Для регулирования возбуждения синхронных генераторов применяются автоматические регуляторы возбуждения. Параметры автоматических регуляторов возбуждения различных типов наиболее полно описываются в [1]. Однако в реальной эксплуатации для различного оборудования приходится применять значения параметров автоматического регулятора возбуждения отличные от стандартных.

Достижения в области развития малой энергетики сделали реальным получение экономических выгод от применения малых электростанций собственных нужд, которые используются для электроснабжения объектов в различных отраслях промышленности. В данной работе была смоделирована схема электроснабжения машиностроительного завода с электростанцией собственных нужд и исследованы параметры параллельной работы генератора с сетью при различных настройках автоматического регулятора возбуждения генератора (АРВ) типа АС7В, а именно – коэффициентах усиления возбудителя (exciter gain), усиления регулятора (regulator gain), усиления демпфирующего фильтра (damping filter gain) в среде Matlab Simulink.

Литература:

1. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическая модель двухконтурного асинхронного двигателя в координатах обобщенного вектора // В сборнике: Технические и технологические системы. Материалы десятой Международной научной конференции / Под общей редакцией Б.Х. Гайтова. – 2019. – С. 126–129.
2. Исследование параметров работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора Marelli MJH800 MS6 мощностью 4180 кВА электростанции собственных нужд / А.А. Бирюкова [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 1. – С. 1–12.
3. Моделирование короткого замыкания на зажимах асинхронного двигателя с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 73–77.
4. Совершенствование математической модели асинхронных двигателей с глубокопазым ротором в координатах обобщенного вектора / Б.А. Коробейников [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции. В 3-х томах. – 2020. – Т. 3. – С. 68–72.
5. Исследование режима работы автоматического регулятора возбуждения синхронного генератора GE JENBACHER JMS 920 электростанции собственных нужд промышленного предприятия / Д.И. Сидоров [и др.] // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2019. – № 1. – С. 165–175.
6. 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.

7. 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

8. Коробейников Б.А., Оппаходжаев А.М., Сидоров Д.И. Математическое моделирование силовых трансформаторов в координатах обобщенного вектора // В сборнике: Кибернетика энергетических систем. Сборник материалов XLI международной научно-технической конференции. – 2020. – С. 166–170.

9. Фильтры тока симметричных составляющих на основе трансформаторов с вращающимся магнитным полем / Б.А. Коробейников [и др.] // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – № 3. – С. 73–77.

Literature:

1. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical model of a two-circuit induction motor in coordinates of the generalized vector // In the collection: Technical and technological systems. Materials of the tenth international scientific conference / Under the general editorship of B.H. Gaitov. – 2019. – P. 126–129.

2. Study of parameters of operation of automatic excitation controller of synchronous generator Marelli MJH800 MC6 capacity 4180 kVA auxiliary power plant /A.A. Biryukova [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2019. – № 1. – P. 1–12.

3. Simulation of short-circuit at the terminals of induction motor with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. – 2020. – Vol. 3. – P. 73–77.

4. Improvement of mathematical model of induction motors with deep-groove rotor in coordinates of generalized vector / B.A. Korobeinikov [et al.] // In the collection: Materials of International Scientific and Practical Conference. In 3 volumes. 2020. – Vol. 3. – P. 68–72.

5. Operation mode research of automatic excitation controller of synchronous generator GE JENBACHER JMS 920 of auxiliary power plant of industrial enterprise / D.I. Sidorov [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of KubGТУ». – 2019. – № 1. – P. 165–175.

6. Korobeinikov B.A., Sidorov D.I., Lityagin D.A. Current relay based on a single-phase transformer with a rotating magnetic field // Proceedings of higher educational institutions. North Caucasus region. Technical Sciences. – 2010. – № 2 (154). – P. 67–69.

7. Analysis of current protections under current transformer overload conditions / B.A. Korobeinikov [et al.] // Electronic network polythematical journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2014. – № 1. – P. 84–95.

8. Korobeinikov B.A., Oppakhojaev A.M., Sidorov D.I. Mathematical modeling of power transformers in coordinates of generalized vector // In collection: Cybernetics of power systems. Proceedings of XLI International Scientific and Technical Conference. – 2020. – P. 166–170.

9. Current filters of symmetrical components on the basis of transformers with rotating magnetic field / B.A. Korobeinikov [et al.] // Izvestia of higher educational institutions. Electromechanics. – 2013. – № 3. – P. 73–77.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

FEATURES OF THE OPERATION OF GAS CONDENSATE FIELDS

Чертов Виктор Андреевич

студент кафедры нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет

Приходько Марина Геннадьевна

старший преподаватель
кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
aniram-m03@mail.ru

Аннотация. Представлены особенности эксплуатации газоконденсатных месторождений, приведены основные проблемы, которые возникают при эксплуатации, а также их решения.

Ключевые слова: газовый конденсат, эксплуатация, месторождение, обводнение, механизированный способ, эксплуатационная колонна.

Chertov Victor Andreevich

Student,
Department of Oil and Gas Business named after Professor G.T. Vartumyana,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University

Prihodko Marina Gennadyevna

Senior Lecturer 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 the operation of gas condensate fields are presented, the main problems that arise during the operation are presented, as well as their solutions.

Keywords: gas condensate, operation, field, flooding, mechanized method, production casing.

Россия является одним из лидеров по добычи нефти и газа, располагая одними из богатейших запасов в мире, не удивительно, что в стране также есть внушительные запасы газового конденсата. Газовый конденсат является очень ценным сырьем для нефтехимической промышленности и служит для получения высококачественных видов топлива, ароматических углеводородов и различных мономеров, которые используются для производства пластмасс, смол и синтетических каучуков. В связи с вышесказанным, данная тема является весьма актуальной.

Выбор метода добычи конденсата зависит от множества факторов, включая давление, продуктивность разрабатываемых пластов, а также давление на устье скважины и термодинамические условия при эксплуатации. Большой проблемой для месторожде-

ний является сложное строение коллекторов, а также их расположение в регионах с суровым климатом и слабо развитой инфраструктурой, из-за чего возникает необходимость создания новых технологий и подходов для получения максимального экономического эффекта при добыче.

Поэтому не существует определенных методов разработки, добычи и эксплуатации газоконденсатных залежей, из-за чего каждое месторождение требует индивидуального подхода. Также одной из проблем является обводнение скважин. Примером могут быть скважины Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ), где из действующего фонда было выведено большое количество скважин по причине обводненности, хотя потенциальный запас ресурсов в них еще не был исчерпан. Причиной может быть неправильная эксплуатация скважин, поэтому применяются помимо перечисленных способов эксплуатации также и механизированные способы с использованием струйных аппаратов, изображенных на рисунке 1.

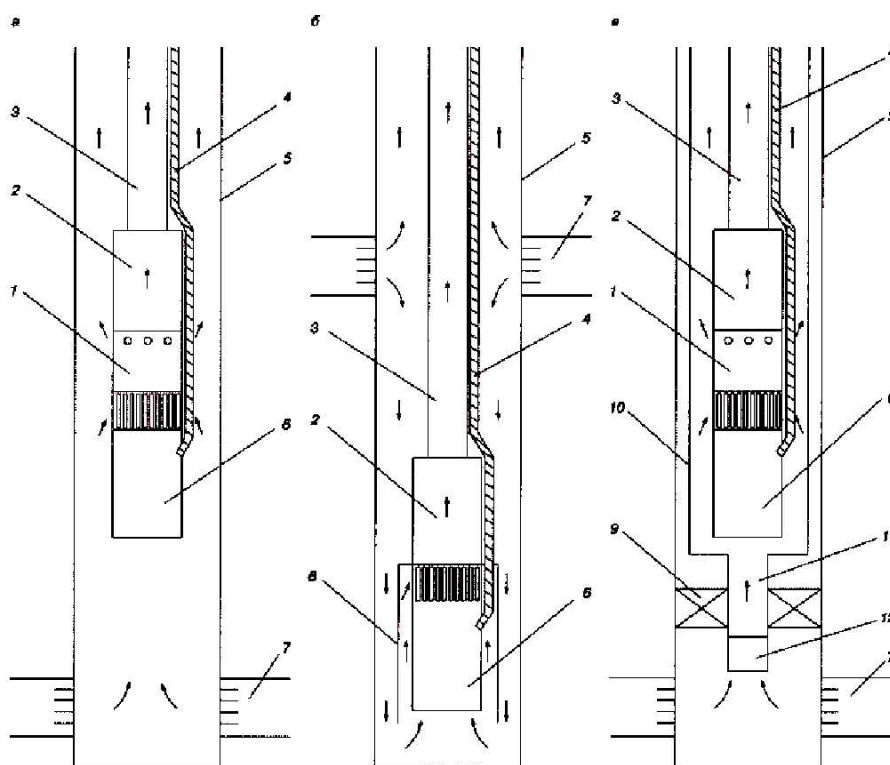


Рисунок 1 – Принципиальные схемы эксплуатации обводненных скважин с откачкой жидкости на поверхность при помощи погружных насосов при трех случаях установки: выше (а), ниже (б) интервала перфорации и при установке в промежуточной колонне (в): 1 – центробежный газосепаратор, 2 – насос, 3 – НКТ, 4 – кабель, 5 – эксплуатационная колонна, 6 – погружной электродвигатель, 7 – пласт, 8 – кожух, 9 – пакер, 10 – промежуточная колонна, 11 – хвостовик, 12 – клапан-отсекатель

На рисунке отображены некоторые технологические схемы для механизированной эксплуатации низконапорных газоконденсатных скважин. Предполагаются случаи, когда твердость и концентрация механических примесей является незначительной, из-за чего нет необходимости использования дополнительных сепараторов для твердых частиц. При эксплуатации скважины газосепаратор отделяет газ на приеме в затрубное пространство, где он идет дальше вверх. Погружной электродвигатель при этом охлаждается добываемой жидкостью из скважины. Во втором случае расположение ниже зоны перфорации позволяет освободить данную зону от излишнего давления, чтобы обеспечить лучшие условия для притока газа, однако, в этом случае способ разделения

жидкости является гравитационным, что менее эффективно по сравнению с центробежным методом. Третий случай используется, если скважинная продукция агрессивна и коррозионно-активна, из-за чего добыча газа по затрубному пространству не может осуществляться. Также при наличии агрессивных компонентов (такие как сероводород, углекислый газ, органические кислоты) является необходимой установка пакера с целью сохранения эксплуатационной колонны. Затрубное пространство при этом заполняется специальной незамерзающей жидкостью (CaCl₂, ДЭГ, метанол, дизтопливо). Пакер устанавливается над кровлей продуктивного пласта.

Добыча газового конденсата становится все более востребованной со временем, но в то же время включает в себе немало трудностей, которые чаще всего требуют к себе индивидуальный подход. Механизированный способ эксплуатации газоконденсатных месторождений – сложный процесс, для которого продолжают разрабатываться более эффективные методы, с целью уменьшения обводненности продукции скважины и последующее «защемление» газа и конденсата в пласте.

Литература:

1. Паранук А.А., Мамий С.А., Хрисониди В.А. Газоперекачивающие агрегаты. – Яблоновский, 2019. – С. 112–114.
2. Паранук А.А., Мамий С.А. Эксплуатация насосных и компрессорных станций. – Яблоновский, 2019. – С. 83–86.
3. Поляков А.В., Приходько М.Г., Ханюченко Н.Д. Использование инновационного метода для изготовления, прототипирования и ремонта нефтегазопромыслового оборудования // В сборнике: Наука. Новое поколение. Успех. Материалы II Международной научно-практической конференции: в 2 т. – Краснодар, 2021. – Т. 2. – С. 162–166.
4. Обзор методов борьбы с коррозией / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 1. – С. 293–296.
5. Физические основы оптических методов контроля / А.В. Поляков [и др.] // В сборнике: Материалы Международной научно-практической конференции: в 3 т. – Краснодар, 2020. – Т. 2. – С. 80–83.

Literature:

1. Paranuk A.A., Mamiy S.A., Khrononidi V.A. Gas pumping units. – Yablonovsky, 2019. – P. 112–114.
2. Paranuk A.A., Mamiy S.A. Operation of pumping and compressor stations. – Yablonovsky, 2019. – P. 83–86.
3. Polyakov A.V., Prikhodko M.G., Khanyuchenko N.D. Using an innovative method for manufacturing, prototyping and repair of oil and gas field equipment // In the collection: Science. New generation. Success. Materials of the II International Scientific–Practical Conference: in 2 vol. – Krasnodar, 2021. – Vol. 2 – P. 162–166.
4. Review of methods to combat corrosion / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 1. – P. 293–296.
5. Physical bases of optical methods of control / A.V. Polyakov [et al.] // In the collection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference: in 3 vol. – Krasnodar, 2020. – Vol. 2. – P. 80–83.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАТОВ И ИХ РАЗРУШЕНИЮ

MEASURES TO PREVENT THE FORMATION OF HYDRATES AND THEIR DESTRUCTION

Шавинян Давид Камоевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
shavinyan.01@mail.ru

Шиян Станислав Иванович

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

Самайкин Максим Дмитриевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
samaykin.m23@gmail.com

Данчина Яна Владимировна

студентка направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
danchina_yana@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные способы по предупреждению образования гидратов, а также способы их разрушения.

Ключевые слова: подогрев газа, осушка газа, ингибитор, закупорка газопровода гидратной пробкой, метанол, продувочные свечи, удельный расход метанола.

Shavinyan David Kamoevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
shavinyan.01@mail.ru

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Samaykin Maksim Dmitrievich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
samaykin.m23@gmail.com

Danchina Yana Vladimirovna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
danchina_yana@mail.ru

Annotation. This article discusses the main ways to prevent the formation of hydrates, as well as ways to destroy them.

Keywords: gas heating, gas drying, inhibitor, blockage of the gas pipeline with a hydrate plug, methanol, purge candles, specific consumption of methanol.

Для предупреждения гидратообразования могут применяться следующие способы.

Подогрев газа выше температуры гидратообразования. Этот способ применяется на газовых промыслах и на ГРС для предупреждения обмерзания трубопроводной арматуры. Подогревать газ на линейной части газопровода практически невозможно и экономически нецелесообразно.

Снижение давления газа ниже давления равновесного состояния гидратов. Этот метод может применяться в качестве аварийного при закупорке газопровода гидратной пробкой. Для этого аварийный участок отсекается линейными кранами, после чего производится выпуск газа в атмосферу через продувочные свечи. Давление снижается до тех пор, пока равновесная температура гидратообразования не станет ниже температуры газа и гидратная пробка не разрушится. Данный способ применяется крайне редко как вынужденная мера, поскольку приводит к значительным потерям газа и наносит ущерб окружающей среде.

Осушка газа твердыми и жидкими поглотителями на стадии подготовки газа к транспорту. Качественная осушка газа является наиболее радикальным методом предупреждения гидратообразования в газопроводах.

Ввод ингибиторов гидратообразования в поток транспортируемого газа. Ингибиторы, введенные в поток газа, частично поглощают водяной пар и переводят их в раствор, не образующий гидратов или же образующий их при более низких температурах. В качестве ингибиторов гидратообразования применяется метиловый спирт, а также растворы диэтиленгликоля и триэтиленгликоля. Наиболее широко используемым летучим ингибитором является метанол.

Согласно нормам технологического проектирования удельный расход метанола q_M для предупреждения процесса гидратообразования определяется по формуле

$$q_M = \frac{(W_1 - W_2) * C_2}{C_1 - C_2} + 10^{-3} * \alpha * C_2 + \beta * q_k, \quad (1)$$

где W_1, W_2 – влагосодержание газа соответственно в точках ввода и вывода ингибитора гидратообразования (начале и конце линейного участка), г/м³;
 C_1, C_2 – массовая концентрация вводимого и выводимого ингибитора;
 α – коэффициент, определяющий отношение массового содержания метанола в газовой фазе к массовой концентрации метанола в водном растворе, контактирующем с газом;
 β – коэффициент растворимости метанола в углеводородном конденсате;
 q_k – углеводородный конденсатный фактор.

$$W = \left(\frac{A_r}{P} + B_r \right) * C_p * C_s$$

где A_r, B_r – коэффициенты, зависящие от температуры газа;
 C_p – поправка на плотность газа;
 C_s – поправка на соленость воды.

Конечная концентрация метанола зависит от разности температуры равновесного состояния гидратов и температуры газа в точке вывода метанола. Значение коэффициента α зависит от давления и температуры в точке вывода метанола.

Величина коэффициента β зависит от состава газа, обводненности раствора метанола, давления и температуры газа.

Расчет удельного расхода метанола согласно отраслевым нормам предусматривает величину W_1 , равную влагосодержанию насыщенного газа. При этом удельный расход метанола q_M гарантирует предотвращение образования газовых гидратов в газопроводе при любых значениях начального влагосодержания.

Литература:

1. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.

2. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.

3. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.

4. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.

5. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.

6. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.

7. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.

8. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.

9. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.

10. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.

11. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

12. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

13. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

Literature:

1. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.

2. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.

3. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.

4. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

5. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

6. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

7. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.

8. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.

9. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.

10. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.

11. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.

12. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

13. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

ОСОБЕННОСТИ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

FEATURES OF PIPELINE TRANSPORT OF LIQUEFIED GASES

Шиян Станислав Иванович

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

Ашуров Артем Дмитриевич

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
artem.ashurov.00@mail.ru

Багдасарян Артём Артурович

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
mr.ch1993@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности трубопроводного транспорта сжиженных газов. Проведен анализ условий перекачки сжиженного природного газа
Ключевые слова: сжиженный природный газ, магистральный трубопровод, транспорт, давление, температура, насосная станция, регазификация.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Ashurov Artem Dmitrievich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
artem.ashurov.00@mail.ru

Bagdasaryan Artem Arturovich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
mr.ch1993@mail.ru

Annotation. This article discusses the features of the pipeline transport of liquefied gases. Analysis of the conditions for pumping liquefied natural gas.

Keywords: liquefied natural gas, main pipeline, transport, pressure, temperature, pumping station, regasification.

При сжижении природного газа его объем при атмосферном давлении уменьшается примерно в 630 раз. Благодаря этому можно значительно уменьшить диаметр трубопроводов для транспортировки больших объемов газа, получив значительную экономию капиталовложений.

Метан становится жидкостью при атмосферном давлении, если его охладить до минус 162 °С. При давлении 5 МПа он останется жидкостью, если его температура не превысит минус 85 °С. Таким образом, трубопроводный транспорт сжиженного газа возможен только при низких температурах.

Перекачка сжиженных газов осуществляется центробежными насосами, но других типов, чем применяемые при перекачке нефти и нефтепродуктов. Благодаря малой вязкости сжиженного природного газа, мощность, потребляемая насосами в этом случае меньше, чем при работе на воде. Но давление на входе в насосы должно быть значительно выше, чтобы предотвратить регазификацию сжиженного природного газа.

Перекачка сжиженного природного газа осуществляется под давлением 4–5 МПа и при температуре минус 100–120 °С. Чтобы предотвратить, нагрев газа за счет теплопритока от окружающей среды, трубопроводы сжиженного природного газа покрывают тепловой изоляцией, а вдоль трассы размещают промежуточные станции охлаждения. Промежуточные насосные станции располагаются на расстоянии 100–400 км друг от друга. Это, как правило, больше, чем при перекачке нефти и нефтепродуктов, так как сжиженный природный газ имеет меньшую вязкость.

Центробежные насосы очень чувствительны к наличию газа в перекачиваемой жидкости: при его содержании более 2 % происходит срыв их работы. Чтобы предотвратить регазификацию, в трубопроводах поддерживают давление, не менее чем на 0,5 МПа превышающее давление упругости его поров при температуре перекачки. Для это на входе в промежуточные насосные станции и в конце трубопровода устанавливают регуляторы давления типа «до себя». Кроме того, для отделения газовой фазы, которая может образоваться в нештатных ситуациях, перед насосами на насосных станциях устанавливают буферные ёмкости. В конце трубопровода размещаются низкотемпературное хранилище и установка регазификации сжиженного газа.

По сравнению с транспортировкой природного газа в обычном состоянии при перекачке сжиженного природного газа общие металлоложения в систему, включая головной завод сжижения, низкотемпературное хранилище, установку регазификации, в 3–4 раза меньше. Кроме того, уменьшается расход газа на перекачку, вследствие низкой температуры снижается интенсивность коррозионных процессов.

Вместе с тем данный способ транспортировки газа имеет свои недостатки:

1. Для строительства линейной части и резервуаров применяют стали с содержанием никеля до 9 %. Они сохраняют работоспособность в условиях низких температур перекачки, однако в 6 раз дороже обычной углеродистой стали.

2. Перекачка сжиженного природного газа должна вестись специальными криогенными насосами.

3. При авариях потери газа значительно больше, чем в случае его транспортировки по обычной технологии.

Кроме природного, в сжиженном состоянии транспортируются и другие газы. Но наиболее широкое распространение получил трубопроводный транспорт сжиженных углеводородных газов: этана, этилена, пропана, бутана и их смесей.

Условие сохранения сжиженных углеводородных газов менее жесткие. Так, даже при 20 °С для сохранения жидкого состояния пропана достаточно поддерживать давление всего 0,85 МПа.

По этой причине сжиженные углеводородные газы, как правило, транспортируют при температуре окружающей среды. Соответственно, отпадает необходимость в

спецсталих для изготовления труб, резервуаров и оборудования, тепловой изоляции, промежуточных станциях охлаждения. Поэтому трубопроводы сжиженного углеводородного газа значительно дешевле трубопроводов сжиженного природного газа.

С другой стороны, компоненты сжиженного углеводородного газа тяжелее воздуха. Поэтому при регазификации данные газы занимают положение у поверхности земли, создавая взрывоопасную среду. Этим определяется высокая потенциальная опасность таких трубопроводов, когда даже небольшая утечка способна привести к трагическим последствиям.

Литература:

1. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.
3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
4. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
5. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
6. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
7. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
8. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии резки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
9. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьятинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
10. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75
11. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.

12. Шиян С.И., Шутов Д.В., Кусова Л.Г. Оценка условий и выявление границ эффективного освоения энергетических ресурсов техногенных месторождений на примере низконапорного газа // Рассохинские чтения : Материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – С. 280–287.

13. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.

14. Шиян С.И., Ильинский К.А., Пашуренко И.О. Переработка отходов животноводческого комплекса как решение проблемы парникового эффекта и способ получения источника энергии // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 219–227.

15. Анализ эффективности существующей системы очистки сточных вод и обоснование необходимости её модернизации на нефтебазе N / Д.Ю. Кирилкин [и др.] // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 190–200.

16. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

Literature:

1. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.

2. Batyrov M.I., Shiyani S.I. Interval estimation of the quality of casing string cementing in wells and lateral wellbores within the stone area of the Krasnoleninsk oil field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.

3. Antonov E.N., Shiyani S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing in wells of the Samotlor field // Bulatov readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.

4. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.

5. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.

6. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Analysis of the effectiveness of hydraulic fracturing at the object AB₁₁₋₂ of the Samotlor field // Nauka. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 2. – P. 55–72.

7. Shapkov E.N., Shiyani S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of pre-development of the Field oil field // Nauka. 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. 222–235.

8. Shiyani S.I., Chuprina N.E. Feasibility Study of Technology of sidetracking and drilling from an idle well // Science. Technique. Tekhnologii (Polytechnicheskiy Vestnik). – 2020. – № 1. – P. 291–301.

9. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyani S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.

10. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
11. Shchekoldin K.S., Shiyan S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
12. Shiyan S.I., Shutov D.V., Kusova L.G. Assessment of conditions and identification of boundaries of effective development of energy resources of man-made fields by the example of low-pressure gas // Rassokhin readings : Materials of an international conference. – Ukhta, 2021. – Part 1. – P. 280–287.
13. Goida A.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. The current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.
14. Shiyan S.I., Ilyinsky K.A., Pashurenko I.O. Waste processing of the livestock complex as a solution to the problem of the greenhouse effect and a method of obtaining an energy source // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 219–227.
15. Analysis of the effectiveness of the existing wastewater treatment system and justification of the need for its modernization at the oil depot N / D.Yu. Kirilkin [et al.] // Bulatov Readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 190–200.
16. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ СТАНЦИИ

AUTOMOBILE GAS-FILLING COMPRESSOR STATIONS

Шиян Станислав Иванович

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

Калинин Никита Андреевич

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kalinin-011@mail.ru

Задачин Александр Александрович

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

Аннотация. В данной статье были рассмотрены причины использования природного газа в качестве моторного топлива и принципиальная схема автомобильной газонаполнительной компрессорной станции.

Ключевые слова: компрессорная станция, природный газ, моторное топливо, автомобиль, адсорбер, блок фильтров.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kalinin Nikita Andreyevich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
kalinin-011@mail.ru

Zadachin Aleksandr Aleksandrovich

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

Annotation. In this article were discussed the reasons of usage of natural gas as engine fuel and principal scheme of automobile gas-filling compressor station.

Keywords: compressor station, natural gas, engine fuel, vehicle, adsorber, filters unit.

Использование природного газа в качестве моторного топлива целесообразно в связи с тремя факторами: экологической безопасностью, длительной энергообеспеченностью и дешевизной.

Автотранспортом вырабатывается более 70 % от общего объема вредных веществ, загрязняющих атмосферу городов и промышленных центров. За счет того, что сокращаются выбросы сажи дизельными двигателями и совершенно исключается попадание свинца от сжигания бензина, содержащего тетраэтилсвинец, содержание вредных веществ в выхлопах автомобилей, использующих природный газ, в 4–5 раз меньше.

Известно, что мировые запасы газа многократно превышают запасы нефти. Так разведанные запасы природного газа на территории РФ позволяют сохранить текущий уровень добычи в течение по крайней мере 200 лет; в то время, как запасы нефти, по мнению специалистов, могут быть исчерпаны через несколько десятков лет.

Наконец, при применении в качестве моторного топлива 1 м³ природного газа 1 л бензина, при этом цена его в 2 раза меньше.

Для заправки автомобилей природным газом используют автомобильные газо-наполнительные компрессорные станции (АГНКС), чья принципиальная схема будет приведена на рисунке 1.

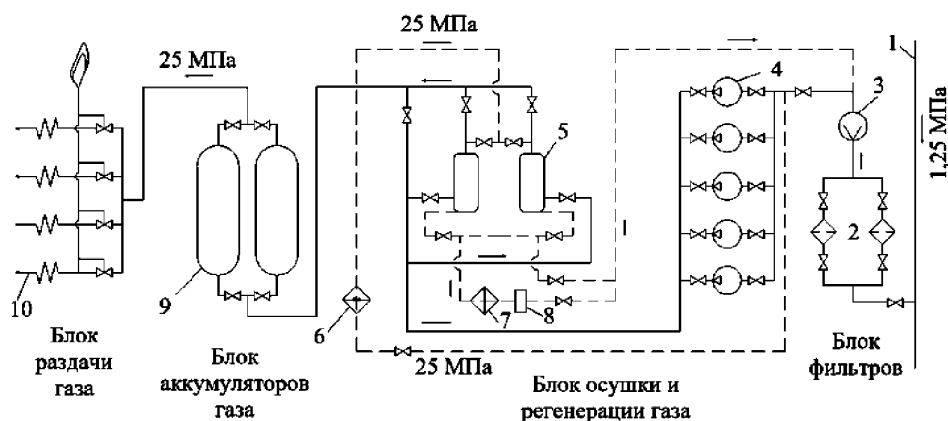


Рисунок 1 – Принципиальная схема АГНКС: 1 – газопровод; 2 – фильтр; 3 – расходомер; 4 – компрессор; 5 – адсорбер; 6 – электронагреватель; 7 – холодильник; 8 – маслоотделитель; 9 – аккумулятор газа; 10 – раздаточный шланг

Газ, поступающий из газопровода (1), проходит очистку от механических примесей в блоке фильтров. С этой целью используются четыре сетчатых фильтра (2), задерживающие частицы размером больше 15 мкм. Затем расходомером (3) замеряется количество газа. В блоке компрессорных установок газ сжимают до 25 МПа. В каждом компрессоре (4) имеется четыре цилиндра, через которые газ проходит последовательно. В первом цилиндре он сжимается от 1 до 2,5 МПа, во втором от 2,5 до 7,5 МПа, в третьем – от 7,5 до 13 МПа и в четвертом – от 13 до 25 МПа.

Так как пары воды уменьшают теплотворную способность газомоторного топлива, оно должно быть сухим, поэтому скомprimированный газ подвергают осушке. Блок осушки состоит из двух адсорберов (5), заполненных цеолитом, в которых газ осушается попеременно (отключенный адсорбер в это время находится на регенерации). Регенерация проводится за счет подогретого электронагревателем (6) газа, называемого газом регенерации.

Насыщенный влагой газ регенерации подается в холодильник (7), где влага и частицы масла конденсируются и выводятся в маслоотделитель (8), после чего газ регенерации поступает обратно в компрессор.

После этого осушенный газ направляется в блок аккумуляторов, объем каждого из которых составляет 9 м³. Эти аккумуляторы (9) являются буферными емкостями, позволяющими не менять режим работы компрессоров при изменении числа запрашиваемых автомобилей.

Газ из аккумуляторов подается в блок раздачи. Шланг (10) раздаточной колонки присоединяют к газобаллонной установке автомобиля, плотно затягивая гайку на накопнике шланга. Давление газа в баллонах автомобиля показывает манометр на колонке, когда оно достигает 20 МПа выдача газа прекращается.

Литература:

1. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.
2. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.
3. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / Шиян С.И. [и др.]// REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
4. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.
5. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.
6. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.

Literature:

1. Goida A.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. The current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.
2. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.
3. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
4. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.
5. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.
6. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ В СИСТЕМЕ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

USE OF LIQUEFIED HYDROCARBON GASES IN A GAS SUPPLY SYSTEM

Шиян Станислав Иванович

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

Задачин Александр Александрович

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

Калинин Никита Андреевич

студент направления подготовки 15.03.02
«Технологические машины и оборудование»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
kalinin-011@mail.ru

Аннотация. Данная статья посвящена обзору современных систем газоснабжения, использующих сжиженные углеводородные газы.

Ключевые слова: баллонные установки, манометр, резервуар, испаритель, этан, пропан.

Shiyans Stanislav Ivanovich

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

Zadachin Aleksandr Aleksandrovich

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

Kalinin Nikita Andreyevich

Student Training Direction 15.03.02 «Technological Machine and Equipment»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
kalinin-011@mail.ru

Annotation. This article is devoted to an overview of modern gas supply systems using liquefied petroleum gases.

Keywords: balloon installations, pressure gauge, tank, evaporator, ethane, propane.

Сжиженный углеводородный газ (СУГ) – это углеводороды либо смеси углеводородов, которые при нормальном давлении и температуре находятся в газообразном состоянии, но при увеличении давления на относительно небольшую величину без изменения температуры переходят в жидкое состояние.

Сжиженные газы производят из нефтяных газов, а также из месторождений, где находится газоконденсат. На НПЗ с этого газа извлекается пропан, бутан и газовый бензин, но наиболее ценными является пропан и бутан. Преимущество пропана и бутана состоит в том, что они хранятся и перевозятся в виде жидкости, а используются в виде газа.

СУГ широко применяется, как и в России, так и во многих странах мира. Он применяется в промышленности, в жилищном и коммунально-бытовом секторе, в нефтехимическом производстве и в качестве автомобильного топлива.

А теперь поговорим непосредственно о СУГ в системе газоснабжения.

Системы снабжения сжиженными газами подразделяются на следующие типы:

- индивидуальные и групповые баллонные;
- групповые резервуарные с естественным или искусственным испарением;
- групповые резервуарные установки по получению взрывоопасных смесей газа с воздухом.

Индивидуальная баллонная установка – установка, которая имеет не более двух баллонов, содержащих СУГ. Эти установки используют для газоснабжения с незначительным потреблением газа (отдельные квартиры, небольшие домики и т.п.). СУГ в таких случаях хранится в баллонах объемом 5,27 или 50 литров, и хранятся они на улице или в специальных шкафах внутри зданий.

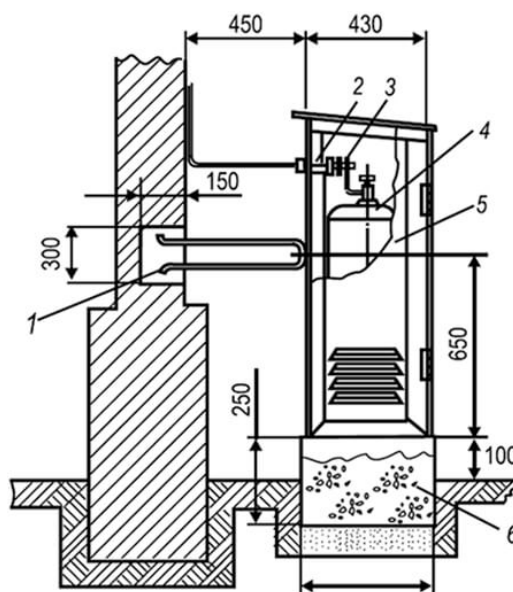


Рисунок 1 – Шкафная наружная установка газового баллона

Групповыми баллонными установками называют те установки, которые нужны для газоснабжения жилых многоквартирных зданий и мелких коммунально-бытовых и промышленных зданий. Используют более двух баллонов, суммарным объемом не более 600 литров (должен быть специальный шкаф, если около зданий) и 1000 литров (шкаф находится вдали от помещений). Данные установки оборудованы регулятором давления газа, общим отключающим устройством, показывающим манометром, сбросным предохранительным клапаном.

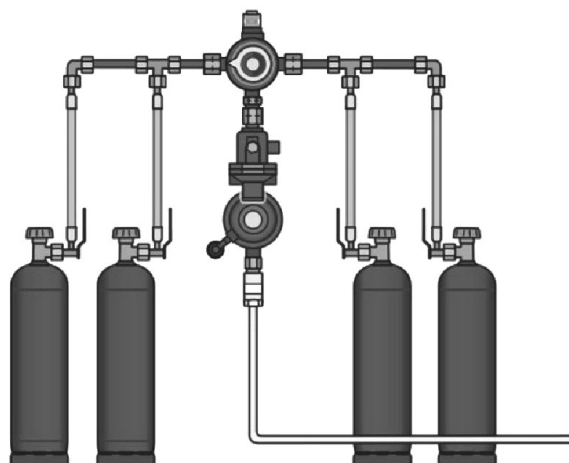


Рисунок 2 – Групповые баллонные установки

Групповые резервуарные установки с естественным испарением – установки, состоящие из нескольких емкостей, что соединены между собой уравнительными парафазными и жидкостными трубопроводами. Резервуары оснащены арматурой для их заполнения сжиженным газом, средствами замера уровня жидкой фазы, предохранительными клапанами, регуляторами давления. Они размещаются либо на земле, либо под ней, стационарно или регулярно завозятся к месту хранения.

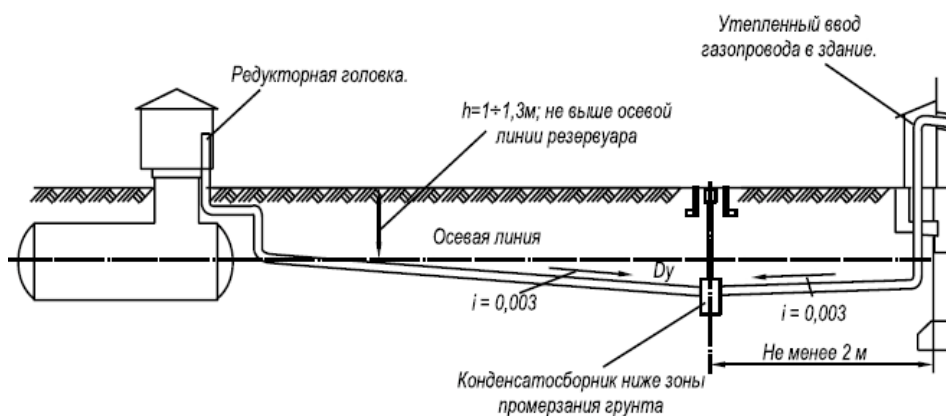


Рисунок 3 – Групповая резервуарная установка с естественным испарением

Емкость резервуаров в групповых установках достигает 50 м^3 , а суммарный объем резервуаров в установках 300 м^3 . Данные установки используют большие промышленные объекты и в крупных населенных пунктах. От приведенных выше установок, они отличаются наличием испарителя – теплообменного аппарата.

Недостатком данных установок является то, что при температурах ниже $0 \text{ }^\circ\text{C}$ требуется использовать газы, пары которых не будут конденсироваться в трубопроводах.

Литература:

1. Сухин А.А., Шиян С.И. Анализ методов борьбы с гидратами на Астраханском газоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. –2020. – Т. 2. – С. 383–392.
2. Батыров М.И., Шиян С.И. Поинтервальная оценка качества цементирования обсадных колонн в скважинах и боковых стволах скважин в пределах каменной площади Красноленинского нефтяного месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 1. – С. 60–72.

3. Антонов Е.Н., Шиян С.И. Техника и технология проведения гидравлического разрыва пласта на скважинах Самотлорского месторождения // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 2. – С. 48–57.
4. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Анализ эффективности проведения ГРП на объекте АВ₁₁₋₂ Самотлорского месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 55–72.
5. Шапков Е.Н., Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Анализ текущего состояния и перспективы доразработки Полевого нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – С. 222–235.
6. Организация и управление охраной окружающей природной среды на предприятиях нефтяной и газовой промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 266–271.
7. Экологические аспекты в нефтегазовом комплексе / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 272–277.
8. Шиян С.И., Чуприна Н.Э. Технико-экономическое обоснование применения технологии зарезки и бурения бокового ствола из бездействующей скважины // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 291–301.
9. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий бурильных труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгинском нефтяном месторождении // Булатовские чтения. – 2020. – Т. 3. – С. 278–284.
10. Анализ текущего состояния и контроль за разработкой Красновского газонефтяного месторождения / С.И. Шиян [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 258–268.
11. Техника и технология строительства боковых стволов на Красновском газонефтяном месторождении / С.И. Шиян [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 269–293.
12. Шиян С.И., Ильинский К.А., Фесенко М.Ю. Геолого-промысловые условия применения методов увеличения нефтеотдачи пластов на Северо-Тарасовском нефтяном месторождении // «Наука. Техника. Технологии» (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 294–330.
13. Шиян С.И., Ильинский К.А., Фесенко М.Ю. Анализ текущего состояния разработки Северо-Тарасовского нефтяного месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 3. – С. 331–358.
14. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблей И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
15. Интенсификация притока газа на Астраханском газоконденсатном месторождении / А.А. Сухин [и др.] // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 243–252.
16. Гуцу А.С., Шиян С.И. Геолого-физическая характеристика Лебединского газового месторождения и основы для проектирования прогнозных показателей вариантов доразработки залежи Лебединского поднятия // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 1. – С. 115–131.
17. Меринов И.А., Шиян С.И., Анискин В.В. Исследование электрофизических свойств горных пород Ковыктинского газоконденсатного месторождения // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 178–195.

18. Программа приготовления бурового раствора для зарезки бокового ствола в скважине № 1273 Уренгойского месторождения / Е.А. Холопов [и др.] // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 267–278.
19. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 278–283.
20. Брижань В.В., Шиян С.И. Оценка экономической эффективности от перевода грузового автотранспорта на сжатый природный газ в качестве моторного топлива // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 2. – С. 300–314.
21. Потенциал залежей низконапорного газа в России / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 117–120.
22. Ресурсы низконапорного газа – как один из примеров техногенных месторождений / М.Е. Милостивенко [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 247–251.
23. Мероприятия по предупреждению и борьбе с осложнениями при эксплуатации скважин на Ключевом месторождении / И.И. Шаблий [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 3. – С. 245–250.
24. Разработка мероприятий и организация работ по переводу автотранспортных средств на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 248–252.
25. Анализ и оценка работы транспортного цеха крупного машиностроительного завода при переводе грузовых автомобилей на газообразное топливо / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 253–256.
26. Инновационные технологии и оборудование в сфере использования газа как моторного топлива / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 257–260.
27. Мероприятия по совершенствованию охраны труда и техники безопасности в связи с переводом грузовых автомобилей на газообразные смеси / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 261–265.
28. Щеколдин К.С., Шиян С.И., Коваленко Д.Р. Механизм электрохимической защиты скважинного оборудования при добыче высокообводненной агрессивной продукции // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 2. – С. 437–443.
29. Шиян С.И., Шутов Д.В., Кусова Л.Г. Оценка условий и выявление границ эффективного освоения энергетических ресурсов техногенных месторождений на примере низконапорного газа // Рассохинские чтения : материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – С. 280–287.
30. Паранук А.А., Бунякин А.В., Шиян С.И. Разработка метаматематической модели расчета образования гидратов в трубопроводе с учетом изменения температуры // Нефтегазовое дело. – 2021. – Т. 19. – № 4. – С. 107–114.
31. Анализ эффективности существующей системы очистки сточных вод и обоснование необходимости её модернизации на нефтебазе N / Д.Ю. Кирилкин [и др.] // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 190–200.

32. Техногенные месторождения России – рамки и условия их освоения / В.И. Дунаев [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 1. – С. 112–116.

33. Шиян С.И. Предупреждение геоэкологических последствий от аварий путем оперативного управления технологическими процессами в сложнопрофилированном трубопроводе: На примере морского участка трубопровода «Россия–Турция»: дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 2005. – URL : <https://www.dissercat.com/content/pre-duprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>

34. Целесообразность перевода автотранспорта на газовое топливо с точки зрения экологии и стимулирование развития газа как основного моторного топлива в России и за рубежом / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 291–297.

35. Гойда А.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Современное состояние и перспективы развития рынка сжиженного природного газа // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 124–142.

36. Шиян С.И., Ганзюк В.А. Анализ эффективности проведения гидроразрыва пласта в скважинах Ватинского нефтяного месторождения // Наука. Новое поколение. Успех. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной. – 2020. – С. 253–259.

37. Меринов И.А., Шиян С.И. Обоснование выбора бурового раствора на основании геолого-технических данных бурения наклонно-направленной скважины на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 3. – С. 214–223.

38. Анализ применения технологии направленного гидроразрыва пласта на Гриньковском нефтяном месторождении / С.И. Шиян [и др.] // Булатовские чтения. – 2021. – Т. 1. – С. 265–276.

39. Обзор основных видов топлив современных авто и целесообразность их перехода на природный газ / С.И. Шиян [и др.] // REFERATOTECH : материалы Международной научно-практической конференции : в 3 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2020. – Т. 2. – С. 284–290.

40. Беспакерные установки гидроструйных насосов / В.А. Альховиков [и др.] // Наука. Новое поколение. Успех. – 2021. – Т. 1. – С. 30–34.

41. Шиян С.И., Ильинский К.А., Пашуренко И.О. Переработка отходов животноводческого комплекса как решение проблемы парникового эффекта и способ получения источника энергии // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 219–227.

Literature:

1. Sukhin A.A., Shiyan S.I. Analysis of methods for combating hydrates at the Astrakhan gas condensate field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 383–392.

2. Batyrov M.I., Shiyan S.I. Interval assessment of the quality of casing cementing in wells and sidetracks of wells within the stone area of the Krasnoleninskoye oil field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 1. – P. 60–72.

3. Antonov E.N., Shiyan S.I. Technique and technology of hydraulic fracturing at the wells of the Samotlor field // Bulatovskie Readings. – 2020. – Vol. 2. – P. 48–57.

4. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Analysis of the efficiency of hydraulic fracturing at the AV11-2 facility of the Samotlor field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 2. – P. 55–72.

5. Shapkov E.N., Shiyan S.I., Chuprina N.E. Analysis of the current state and prospects of additional development of the Field oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 222–235.
6. Organization and management of environmental protection at enterprises of the oil and gas industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 266–271.
7. Environmental aspects in the oil and gas complex / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 272–277.
8. Shiyan S.I., Chuprina N.E. Feasibility study of the technology of sidetracking and drilling of a sidetrack from an idle well // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 1. – P. 291–301.
9. Petrushin E.O., Harutyunyan A.S., Shiyan S.I. Investigation of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well at the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field // Bulatov Readings. – 2020. – Vol. 3. – P. 278–284.
10. Analysis of the current state and control over the development of the Krasnovskoye gas and oil field / S.I. Shiyan [et al.] // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 3. – P. 258–268.
11. Technique and technology for the construction of sidetracks at the Krasnovskoye gas and oil field / S.I. Shiyan [et al.] // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin) – 2020. – № 3. – P. 269–293.
12. Shiyan S.I., Ilyinsky K.A., Fesenko M.Yu. Geological and field conditions for the application of enhanced oil recovery methods at the North-Tarasovskoye oil field // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 3. – P. 294–330.
13. Shiyan S.I., Ilyinsky K.A., Fesenko M.Yu. Analysis of the current state of development of the Severo-Tarasovskoye oil field // Science. Technique. Technologies. – 2020. – № 3. – P. 331–358.
14. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV_{4,5} formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
15. Stimulation of gas inflow at the Astrakhan gas condensate field / A.A. Sukhin [et al.] // Bulatovskie readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 243–252.
16. Gutsu A.S., Shiyan S.I. Geological and physical characteristics of the Lebedinskoye gas field and the basis for the design of predictive indicators of options for additional development of the Lebedinsky uplift deposit // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 1. – P. 115–131.
17. Merinov I.A., Shiyan S.I., Aniskin V.V. Investigation of the electrophysical properties of rocks of the Kovykta gas condensate field // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 178–195.
18. The program for the preparation of drilling mud for sidetracking in well № 1273 of the Urengoyskoye field / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 267–278.
19. Sources and extent of technogenic pollution in the oil industry / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 278–283.
20. Brizhan V.V., Shiyan S.I. Evaluation of economic efficiency from the transfer of trucks to compressed natural gas as a motor fuel // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 2. – P. 300–314.

21. Potential of low-pressure gas deposits in Russia / V.I Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 117–120.
22. Resources of low-pressure gas – as one of the examples of technogenic fields / M.E. Milostivenko [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 247–251.
23. Measures to prevent and combat complications during well operation at the Klyuchevoy field / I.I. Shabliy [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 3. – P. 245–250.
24. Development of measures and organization of work on the transfer of vehicles to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 248–252.
25. Analysis and evaluation of the work of the transport department of a large machine-building plant when converting trucks to gaseous fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 253–256.
26. Innovative technologies and equipment in the field of using gas as a motor fuel / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 257–260.
27. Measures to improve labor protection and safety in connection with the transfer of trucks to gaseous mixtures / S.I. Shiyani [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 261–265.
28. Shchekoldin K.S., Shiyani S.I., Kovalenko D.R. The mechanism of electrochemical protection of downhole equipment in the production of highly watered aggressive products // Science. New generation. Success. – 2021. – Vol. 2. – P. 437–443.
29. Shiyani S.I., Shutov D.V., Kusova L.G. Assessment of conditions and identification of boundaries of effective development of energy resources of man-made fields by the example of low-pressure gas // Rassokhin readings : Materials of an international conference. – Ukhta, 2021. – Part 1. – P. 280–287.
30. Paranuk A.A., Bunyakin A.V., Shiyani S.I. Development of a metamathematical model for calculating the formation of hydrates in a pipeline taking into account temperature changes // Oil and Gas Business. – 2021. – Vol. 19. – № 4. – P. 107–114.
31. Analysis of the effectiveness of the existing wastewater treatment system and justification of the need for its modernization at the oil depot N / D.Yu. Kirilkin [et al.] // Bulatov Readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 190–200.
32. Technogenic deposits in Russia – the framework and conditions for their development / V.I. Dunaev [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 1. – P. 112–116.
33. Shiyani S.I. Prevention of geo-ecological consequences of accidents by operational control of technological processes in the complex-profile pipeline: by the example of the marine section of the pipeline «Russia–Turkey»: Cand. D. in Technical Sciences. – Krasnodar, 2005. – URL : <https://www.disserscat.com/content/preduprezhdenie-geoekologicheskikh-posledstviy-ot-avarii-putem-operativnogo-upravleniya-tekh>
34. The expediency of transferring vehicles to gas fuel from an environmental point of view and stimulating the development of gas as the main motor fuel in Russia and abroad /

S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 291–297.

35. Goida A.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. The current state and development prospects of the liquefied natural gas market // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 124–142.

36. Shiyan S.I., Ganzhyuk V.A. Analysis of the effectiveness of hydraulic fracturing in the wells of the Vatinsky oil field // Science. New generation. Success. In the collection: Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 75th anniversary of Victory in the Great Patriotic War. – 2020. – P. 253–259.

37. Merinov I.A., Shiyan S.I. Justification of the choice of drilling fluid based on geological and technical data of directional well drilling in the Chayandinskoye oil and gas condensate field // Bulatovskie Readings. – 2021. – Vol. 3. – P. 214–223.

38. Analysis of the application of directional hydraulic fracturing technology in the Grinkovskoye oil field / S.I. Shiyan [et al.] // Bulatov Readings. – 2021. – Vol. 1. – P. 265–276.

39. Review of the main types of fuels of modern cars and the feasibility of their transition to natural gas / S.I. Shiyan [et al.] // REFERATOTECH : Materials of International Scientific and Practical Conference : in 3 vol. – Krasnodar : Publishing House – Yug, 2020. – Vol. 2. – P. 284–290.

40. Packless installations of water jet pumps / V.A. Alkhovikov [et al.] // Science. New generation. – 2021. – Vol. 1. – P. 30–34.

41. Shiyan S.I., Ilyinsky K.A., Pashurenko I.O. Waste processing of the livestock complex as a solution to the problem of the greenhouse effect and a method of obtaining an energy source // Science. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. № 4. – P. 219–227.

**ВЛИЯНИЕ РАЗРАБОТКИ САМИТИНСКОГО НЕФТЯНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**THE INFLUENCE OF THE DEVELOPMENT
OF THE SAMITINSKY OIL FIELD FOR THE ENVIRONMENT**

Шиян Станислав Иванович

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

Суховерова Полина Александровна

студентка кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polina.suxoverova.00@bk.ru

Владимиров Антон Владимирович

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
ante1922@icloud.com

Задачин Александр Александрович

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

Аннотация. В данной статье рассмотрено влияние разработки Самитинского нефтяного месторождения на окружающую среду, а также характеристика источников выделения и выбросов вредных веществ в атмосферу по УКПГ Самитинского месторождения.
Ключевые слова: месторождение, источники выделения, источники выбросов, вредные вещества, влияние на окружающую среду, мероприятия по защите окружающей среды.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Sukhoverova Polina Alexandrovna

Student of Department «Equipment of Oil and Gas Fields»,
Kuban State Technological University
polina.suxoverova.00@bk.ru

Vladimirov Anton Vladimirovich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ante1922@icloud.com

Zadachin Aleksandr Aleksandrovich

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

Annotation. This article discusses the impact of the development of the Samitinsky oil field on the environment, as well as the characteristics of the sources of emission and emissions of harmful substances into the atmosphere at the gas processing plant of the Samitinsky field.

Keywords: deposit, emission sources, emission sources, harmful substances, impact on the environment, measures to protect the environment.

Рассмотрим характеристику источников выделения и выбросов вредных веществ в атмосферу по УКПГ Самитинского месторождения, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика источников выделения вредных веществ в атмосферу на УКПГ

Наименование производства и источника выделения вредных веществ (агрегат, установка и т.д.)	Источник выбросов (характеристика)	Наименование вредного вещества	Код вредного вещества	Количество отходов вредных веществ, тонн/год
Газофакельная установка	Д = 0,57 м Н = 1,2 м	СО	320	110,9
		NOx	200	16,64
		CxHx	360	2,77
Печи подогрева теплоносителя	Д = 1,2 м Н = 28 м	СО	322	35,23
		NOx	200	11,38
Подогрев в пункте редуцирования газа для собственных нужд	Д = 0,45 м Н = 10,2 м	СО	322	14,5
		NOx	200	6,09
Технологический корпус регенерации ТЭГа, печь П-1	Д = 0,82 м Н = 21,5 м	СО	322	34,5
		NOx	200	14,49
Свеча на Р-1	Д = 0,2 м Н = 16 м	CxHx	360	420
Технологический корпус, вентвыбросы	Д = 0,1 м Н = 13 м	CxHx	360	16,5
Свеча (факел)	Д = 0,4 м Н = 40 м	СО	322	32,19
		NOx	200	4,83
		CxHx	360	0,8
Резервуары запасов воды	Д = 0,1 м	СО	322	62,98
		NOx	200	20,34
Склад: метанол V = 50 м ³ × 6 бензин V = 50 м ³ × 1	Дых. клап. Д = 0,1 м Н = 4,0 м	метанол	0,05	0,188
		бензин	0,05	0,031

Источниками загрязнения на Самитинском месторождении являются выбросы с факела, ДНС, газопроводы и т.д.

Опасные моменты при эксплуатации скважин, производственных объектов на месторождении связаны с разливами метанола, ТЭГа, порывами трубопроводов, возможностью воспламенения газа, их токсичностью, наличием аппаратов и трубопроводов, работающих под давлением. Для устранения их и обеспечения безопасного ведения работ на производственной территории необходимо соблюдать противопожарные мероприятия и строго выполнять правила техники безопасности.

Мероприятия по защите окружающей среды

В процессе добычи скважинной продукции неизбежны загрязнения, отрицательно влияющие на окружающую среду. В целях уменьшения коррозионного износа газопроводов применяется подземная укладка труб с использованием изоляционных материалов. Выделяются специальные площадки для сбора мусора и металлолома, который затем сдаётся в утиль. Особое внимание уделяется мероприятиям по недопущению разливов технологических жидкостей при производстве текущих и капитальных ремонтов скважин.

Чрезвычайные ситуации

В условиях разработки и эксплуатации Самитинского нефтяного месторождения возможно возникновение ЧС техногенного и природного характера.

Чрезвычайные ситуации техногенного характера могут возникнуть:

- по причине возгорания пролитой горючей жидкости (метанола, триэтиленгликоля и других химреагентов), применяемых в процессе добычи и подготовки газа;
- возгорание горючих жидкостей в резервуарах товарных парков, ёмкостях и технологических аппаратах;
- пожары на скважинах в результате неконтролируемого фонтанирования;
- пожары в результате разгерметизации газопроводов;
- сильные взрывы скопившегося газа и лёгких фракций конденсата при утечках на скважинах, на пункте подготовки газа из технологических резервуаров, а также возможны взрывы на складах веществ, применяемых при перфорации и в других процессах.

Возможно загрязнение окружающей среды разливами большого количества сточных вод. Эти воды отличаются высокой минерализацией и коррозирующей способностью, а также часто содержанием различных реагентов – всё это способствует возникновению масштабного разлива этих вод. Также большую опасность представляют аварии на скважинах с неконтролируемым фонтанированием. В результате фонтанирования возможны масштабные выбросы газа, наносящие огромный ущерб сельскохозяйственным землям, лесам и животному миру.

Литература:

1. Экологические аспекты при строительстве нефтяных и газовых скважин: монография / О.В. Савенок [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 652 с.
2. Шиян С.И., Слепцов А.А., Шаблий И.И. Анализ текущего состояния разработки Самитинского нефтяного месторождения // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ: материалы международной молодёжной научной конференции. – Ухта, 2021 – С. 408–415.
3. Шиян С.И., Суховерова П.А., Шаблий И.И. Анализ методов борьбы с обводнённостью скважин на Самитинском нефтяном месторождении // Рассохинские чтения: материалы международной конференции. – Ухта, 2021 – Ч. 1. – С. 273–280.
4. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
5. Анализ экономической эффективности проведения зарезки боковых стволов по скважинам объекта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения / Е.Н. Антонов [и др.] // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ: материалы международной молодёжной научной конференции. – Ухта, 2021. – С. 531–536.

Literature:

1. Environmental aspects in the construction of oil and gas wells: monograph / O.V. Savenok [et al.]. – M. ; Vologda : Infra-Engineering, 2021. – 652 p.
2. Shiyani S.I., Sleptsov A.A., Shabliy I.I. Analysis of the current state of development of the Samitinsky oil field // NORTH-GEOECOTECH: materials of the International Youth Scientific Conference. – Ukhta, 2021. – P. 408–415.

3. Shiyan S.I., Sukhoverova P.A., Shabliy I.I. Analysis of methods for combating water cut in wells at the Samitinskoye oil field // Rassokhinsky readings: materials of the International conference. – Ukhta, 2021 – Vol. 1. – P. 273–280
4. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Nauka. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – №. 4. – P. 57–75.
5. Analysis of the economic efficiency of sidetracking in the wells of the AV₄₋₅ facility of the Samotlor field / E.N. Antonov [et al.] // SEVERGEOEKOTECH: materials of the International Youth Scientific Conference. – Ukhta, 2021. – P. 531–536.

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОЕКТА ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ЗАРЕЗКИ БОКОВЫХ СТВОЛОВ НА СКВАЖИНАХ ОБЪЕКТА
АВ₄₋₅ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE PROJECT
FOR SIDETRACKING TRUNKS AT THE WELLS
OF THE АВ₄₋₅ FACILITY OF THE SAMOTLOR FIELD**

Шиян Станислав Иванович

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

Суховерова Полина Александровна

студентка кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polina.suxoverova.00@bk.ru

Косова Дарья Анатольевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
darakosova48@mail.ru

Задачин Александр Александрович

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы по проведению зарезки боковых стволов на скважинах объекта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения и оценка их влияния на окружающую среду.

Ключевые слова: месторождение, буровые работы, зарезка боковых стволов на скважинах, источники загрязнения, влияние на окружающую среду, экологичность.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Sukhoverova Polina Alexandrovna

Student of Department «Equipment of Oil and Gas Fields»,
Kuban State Technological University
polina.suxoverova.00@bk.ru

Kosova Daria Anatolyevna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ante1922@icloud.com

Zadachin Aleksandr Aleksandrovich

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

Annotation. This article discusses the issues of sidetracking in the wells of the AV4-5 facility of the Samotlor field and the assessment of their impact on the environment.

Keyword: field, drilling operations, sidetracking at wells, sources of pollution, environmental impact, environmental friendliness.

Возможные источники загрязнения окружающей среды

Производственная деятельность человека всё шире и глубже внедряется в недра, воздействует на земную поверхность и всю окружающую природу.

При производстве буровых работ загрязнение окружающей среды может приводить к снижению продуктивности почвы и ухудшению качества подземных поверхностных вод. Причиной вредного воздействия на среду обычно является непрерывная прокладка дорог и буровых площадок, нерациональное использование земельных участков под буровые установки, несоблюдение существующих правил и требований законодательных актов и положений. С целью сокращения потерь и ограничения поступления в почву ГСМ на буровых монтируют насосы для заправки двигателей топливом, а также устанавливают тару под дизели для сбора ГСМ. После окончания буровых работ проводят тщательную рекультивацию земель с последующей передачей их по акту землепользования.

Одними из основных требований, предъявляемых к буровым растворам в Западной Сибири при бурении горизонтальных скважин, являются фильтрационные свойства. Вместе с тем они должны быть экологически малоопасны и технологичны, обладать необходимыми структурно-механическими и реологическими свойствами.

Потенциальными источниками загрязнения окружающей среды при строительстве скважины являются:

- 1) буровые и тампонажные растворы;
- 2) буровые сточные воды и шлам;
- 3) пластовые минерализованные воды;
- 4) продукты сгорания топлива при работе котельной и ДВС;
- 5) продукты испытания скважины;
- 6) ГСМ;
- 7) материалы для приготовления, обработки, и утяжеления буровых и тампонажных растворов;
- 8) хозяйственно-бытовые сточные воды;
- 9) загрязнённые ливневые сточные воды.

Оценка воздействия на атмосферный воздух

Негативное воздействие на приземный слой атмосферы (его загрязнение выделяемыми оборудованием веществами) происходит в процессе разнообразных технологических операций: замеров объёмов добытой продукции, её сепарации, транспорта, подогрева нефти, сжигания попутного газа на факелах сборного пункта и дожимной компрессорной станции, при насосной перекачке нефти, во время работы котельной, сварочных постов, а также от ДВС технологического и спецтранспорта, передвижных сварочных агрегатов в периоды ремонтных работ и проведения исследований на скважинах, при покраске оборудования.

Мероприятия по охране атмосферного воздуха включают в свой состав следующее: доведение до минимума выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников на кустовых площадках и на ДНС от автотранспорта.

В целом состояние воздушного бассейна на территории Самотлорского месторождения оценивается как экологически благополучное, допускающее по этому фактору дальнейшую его разработку.

Мероприятия по защите окружающей среды

Строительство объектов обустройства месторождения и каждый технологический процесс при его эксплуатации (бурение скважин, строительные работы, добыча, транспортировка и сбор нефти, водозабор и сброс сточных вод) несут в себе потенциал для загрязнения и истощения поверхностных, грунтовых и более глубоких горизонтов подземных вод.

Для охраны поверхностных и подземных вод предусмотрен следующий комплекс технологических решений:

- возврат буровых сточных вод после очистки в циркуляционную систему буровых установок;
- сбор утечек на кустовых площадках с закачкой в нефтесборный коллектор;
- контроль качества сварных стыков и испытание на прочность и плотность согласно действующим нормативным документам;
- строительство систем канализации хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод на промплощадках;
- исключение сброса сточных вод в поверхностные водные объекты;
- хранение материалов, сырья, оборудования только в огороженных местах на бетонированных и обвалованных площадках.

Охрана земель и почв

С целью охраны земель принципиальные решения по обустройству месторождения предусматривают следующие мероприятия, повышающие степень экологической надёжности проекта:

- доставка грузов (оборудования, материалов, инструментов) на месторождение осуществляется только в осенне-зимний период по временным дорогам «зимникам» в сроки и по трассам, согласованным с местными природоохранными органами и землевладельцем;
- сокращение изъятия земель вследствие освоения залежей небольшим числом скважин и кустовых площадок, применения методов наклонно-направленного и горизонтального бурения, использования одной технологической площадки и вахтового посёлка в районе месторождения;
- отсыпка дорог и площадок привозным грунтом из близлежащих карьеров местных строительных материалов;
- минимизация изъятия природных ресурсов за счёт рационального размещения объектов обустройства, учёта местных ландшафтных особенностей при их привязке на основе крупномасштабного районирования состояния ландшафтных комплексов;
- оборудование насыпи дорог водопропускными сооружениями и мостами;
- снижение риска аварийных разливов в результате внутри- и межпромысловых надземной прокладки нефтепроводов и водоводов и применении комплекса мер по их антикоррозионной защите;
- сооружение переходов трубопроводов через водные объекты в надземном исполнении;
- строительство выкидных линий в надземном исполнении на свайных основаниях;
- вывоз нефтесодержащих и производственных отходов на специальный полигон для их утилизации;
- проведение рекультивации нарушенных земель.

Охрана недр

Охрана недр при строительстве и эксплуатации скважин предусматривает осуществление комплекса мероприятий, направленных на предотвращение потерь нефти в

недрах вследствие низкого качества проводки скважин, нарушений технологии проводки и крепления, приводящих к преждевременному обводнению или дегазации пластов, перетокам жидкости между продуктивными и соседними горизонтами, разрушению обсадной колонны и цемента за ней.

Мероприятия по охране недр включают в свой состав следующее:

- выполнение технологического процесса разработки месторождения в строгом соответствии с проектом разработки;
- мониторинг технического состояния скважин;
- оперативное восстановление нарушений герметичности колонн;
- ликвидация дефектных скважин;
- строгое выполнение правил безопасности при проведении ремонтных работ на скважинах;
- контроль качества пресных вод из артезианских скважин.

Мероприятия по реагированию на аварийные ситуации и ликвидации их последствий включают в свой состав следующее:

- обучение персонала быстрому реагированию на аварийную ситуацию;
- комплектация оборудования и средств для ликвидации последствий аварийной ситуации.

Литература:

1. Экологические аспекты при строительстве нефтяных и газовых скважин: монография / О.В. Савенок [и др.]. – М.; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 652 с.
2. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.
3. Анализ экономической эффективности проведения зарезки боковых стволов по скважинам объекта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения / Е.Н. Антонов [и др.] // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ: материалы международной молодёжной научной конференции. – Ухта, 2021. – С. 531–536.
4. Шиян С.И., Слепцов А.А., Шаблий И.И. Анализ текущего состояния разработки Самитинского нефтяного месторождения // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ: материалы XXII Международной молодёжной научной конференции. – Ухта, 2021. – С. 408–415.
5. Шиян С.И., Суховерова П.А., Шаблий И.И. Анализ методов борьбы с обводнённостью скважин на Самитинском нефтяном месторождении // Рассохинские чтения: материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – Ч. 1. – С. 273–280.

Literature:

1. Environmental aspects in the construction of oil and gas wells: monograph / O.V. Savenok [et al.]. – M. ; Vologda : Infra-Engineering, 2021. – 652 p.
2. Antonov E.N., Shiyani S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Nauka. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.
3. Analysis of the economic efficiency of sidetracking in the wells of the AV₄₋₅ facility of the Samotlor field / E.N. Antonov [et al.] // SEVERGEOEKOTECH: materials of the International Youth Scientific Conference. – Ukhta, 2021. – P. 531–536.
4. Shiyani S.I., Sleptsov A.A., Shabliy I.I. Analysis of the current state of development of the Samitinsky oil field // NORTH-GEOECOTECH: materials of the International Youth Scientific Conference. – Ukhta, 2021. – P. 408–415.
5. Shiyani S.I., Sukhoverova P.A., Shabliy I.I. Analysis of methods for combating water cut in wells at the Samitinskoye oil field // Rassokhinsky readings: materials of the International conference. – Ukhta, 2021. – Vol. 1. – P. 273–280.

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ
ВЕДЕНИЯ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИНЫ
НА ЧАЯНДИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ
МЕСТОРОЖДЕНИИ**

**SAFETY MEASURES CONDUCTING WORKS IN THE
CONSTRUCTION OF A WELL AT CHAYANDA
OIL AND GAS CONDENSATE DEPOSITS**

Шиян Станислав Иванович

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

Суховерова Полина Александровна

студентка кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polina.suxoverova.00@bk.ru

Косова Дарья Анатольевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
darakosova48@mail.ru

Задачин Александр Александрович

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с мероприятиями по обеспечению безопасности ведения работ при строительстве скважины на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении.

Ключевые слова: нефтегазоконденсатное месторождение, буровые работы, безопасность проведения работ.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Sukhoverova Polina Alexandrovna

Student of Department «Equipment of Oil and Gas Fields»,
Kuban State Technological University
polina.suxoverova.00@bk.ru

Kosova Daria Anatolyevna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ante1922@icloud.com

Zadachin Aleksandr Aleksandrovich

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

Annotation. This article discusses issues related to measures to ensure the safety of work during the construction of a well at the Chayandinskoye oil and gas condensate field.

Keywords: oil and gas condensate field, drilling works, work safety.

Базовым месторождением для создания Якутского центра газодобычи является Чаяндинское нефтегазоконденсатное месторождение. По размеру запасов ($C_1 + C_2$) оно относится к категории уникальных – 1,4 трлн м³ газа и 87 млн тонн жидких углеводородов.

Чаяндинское месторождение так же, как и другие месторождения Восточной Сибири, имеет сложное геологическое строение и особые термобарические пластовые условия. Газ месторождения имеет сложный компонентный состав, в том числе содержит значительные объёмы гелия.

Реализация проекта осложняется суровыми природно-климатическими условиями. Так, температура зимой в Якутии может опускаться ниже минус 50 °С.

Строительство скважин может быть начато только при наличии утверждённого проекта, разработанного в соответствии с «Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утверждёнными Постановлением Госгортехнадзора России № 56 от 05.06.2003 г.

Согласно «Правилам безопасности ...» буровое предприятие совместно с проектными организациями должно разрабатывать меры по предупреждению аварий и осложнений при строительстве скважины.

Определение способности вышки надёжно выдерживать допустимую (паспортную) нагрузку на крюке производится согласно ПБ НПП. Выбор буровой установки представлен в таблице 1.

В процессе строительства скважин предусматривается вскрытие нефтегазоносных пластов. Необходимо предусмотреть мероприятия по предупреждению и ликвидации возможных осложнений и, как правило, аварийных ситуаций, а также противофонтанной безопасности, обеспечивающие безопасные условия строительства скважины.

Проект учитывает требования «Правил ...», опыт проводки скважин на ближайших площадях с аналогичными геолого-техническими условиями, а также результаты исследований, выполненных при бурении разведочных скважин.

Изменение проекта, дополнения к нему допускаются по согласованию между заказчиком проекта, подрядчиком и проектировщиком в установленном порядке. Исключения составляют лишь аварийные ситуации, когда решение об отклонении от проекта принимает руководство бурового предприятия с последующим уведомлением заказчика и проектной организации. Принимаемые изменения в любом случае не должны снижать надёжность объекта и безопасность работ.

Таблица 1 – Проверочный расчёт выбора буровой установки

Глубина скважины, м	Максимальная масса в воздухе, т		Коэффициент запаса прочности по грузоподъемности		Допустимая нагрузка на крюке, с учетом коэффициента запаса прочности, т		Тип буровой установки	Максимальная допустимая нагрузка на крюке, т
	бурильной колонны	обсадной колонны	при бурении	при креплении	при бурении	при креплении		
оснастка 5 × 6								
4000	12,5+91,2 = 103,7	12,5+95,3 = 107,8	1,56	2,25	162	243	БУ-4500/270-ЭКБМЧ	270

Примечания:

1. Выбор типа буровой установки производится согласно техническим характеристикам буровой установки и требованиям «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности».
2. Согласно п. 135 «Правил безопасности ...» нагрузка на крюке от максимальной расчётной массы бурильной колонны и наибольшей расчётной массы обсадных колонн не должны превышать соответственно 0,6 и 0,9 «Допускаемой нагрузки на крюке».
3. Масса СВП принята 12,5 тонны, учитывается при определении максимальной массы в воздухе бурильной колонны и обсадной колонны с СВП.

В процессе строительства скважины организация, разработавшая проектную документацию, осуществляет в установленном порядке авторский надзор согласно п. 116. «Правил безопасности ...».

Принятая проектом конструкция скважины обеспечивает условия безопасного ведения работ без аварий и осложнений на всех этапах строительства, испытания и эксплуатации скважины.

Конструкция устья скважины и колонной головки обеспечивает контроль за возможными флюидопроявлениями за обсадными колоннами и возможность аварийного глушения скважин.

В процессе испытания колонн на герметичность способом опрессовки создаваемое внутреннее давление на трубы должно превышать не менее чем на 10 % возможное давление, возникающее при ликвидации нефтеводопроявлений и открытых фонтанов, а также при освоении и эксплуатации скважины.

Для предупреждения возможных нефтеводопроявлений при строительстве скважины на кондуктор и эксплуатационную колонну устанавливается противовыбросовое оборудование.

Проектом предусматривается установка сепаратора высокого давления в обвязку манифольда противовыбросового оборудования.

Литература:

1. Экологические аспекты при строительстве нефтяных и газовых скважин: монография / О.В. Савенок [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 652 с.
2. Давыдов А.В., Погрецкий А.В., Смирнов О.А. Чайядинское месторождение – проект внедрения новых технологий в Восточной Сибири // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2017. – Т. 16. – № 2. – С. 113–128.
3. Шиян С.И., Слепцов А.А., Шаблий И.И. Анализ текущего состояния разработки Самитинского нефтяного месторождения // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ: материалы международной молодёжной научной конференции. – Ухта, 2021. – С. 408–415.
4. Шиян С.И., Суховерова П.А., Шаблий И.И. Анализ методов борьбы с обводнённостью скважин на Самитинском нефтяном месторождении // Рассохинские чтения: материалы международной конференции. – Ухта, 2021. – Ч. 1. – С. 273–280.

5. Анализ экономической эффективности проведения зарезки боковых стволов по скважинам объекта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения / Е.Н. Антонов [и др.] // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ: материалы международной молодёжной научной конференции. – Ухта, 2021. – С. 531–536.

Literature:

1. Environmental aspects in the construction of oil and gas wells: monograph / O.V. Savenok [et al.]. – М. ; Vologda : Infra-Engineering, 2021. – 652 p.

2. Davydov A.V., Pogretskiy A.V., Smirnov O.A. Chayandinskoe field – a project for the introduction of new technologies in Eastern Siberia // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil and gas and mining. – 2017. – Vol. 16. – № 2. – P. 113–128.

3. Shiyan S.I., Sleptsov A.A., Shabliy I.I. Analysis of the current state of development of the Samitinsky oil field // NORTH-GEOECOTECH: materials of the International Youth Scientific Conference. – Ukhta, 2021. – P. 408–415.

4. Shiyan S.I., Sukhoverova P.A., Shabliy I.I. Analysis of methods for combating water cut in wells at the Samitinskoye oil field // Rassokhinsky readings: materials of the International conference. – Ukhta, 2021. – Vol. 1. – P. 273–280.

5. Analysis of the economic efficiency of sidetracking in the wells of the AV₄₋₅ facility of the Samotlor field / E.N. Antonov [et al.] // SEVERGEOEKOTECH: materials of the International Youth Scientific Conference. – Ukhta, 2021 – P. 531–536.

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ И НЕФТЕДОБЫЧИ

SOME POSSIBLE DISPOSAL METHODS WASTE DRILLING AND OIL PRODUCTION

Шиян Станислав Иванович

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

Столбов Владимир Николаевич

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vovaldey@yandex.ru

Суховерова Полина Александровна

студентка кафедры оборудования нефтяных и газовых промыслов,
Кубанский государственный технологический университет
polina.suxoverova.00@bk.ru

Косова Дарья Анатольевна

студент направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
darakosova48@mail.ru

Задачин Александр Александрович

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

Аннотация. В данной статье рассмотрены различные возможные способы утилизации отходов бурения и нефтедобычи.

Ключевые слова: бурение, нефтедобыча, нефтешламы, реагенты, строительство амбаров, утилизация.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Stolbov Vladimir Nikolaevich

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
vovaldey@yandex.ru

Sukhoverova Polina Alexandrovna

Student of Department «Equipment of Oil and Gas Fields»,
Kuban State Technological University
polina.suxoverova.00@bk.ru

Kosova Daria Anatolyevna

Student Training Direction 21.03.01 «Oil and Gas Engineering»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
ante1922@icloud.com

Zadachin Aleksandr Aleksandrovich

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

Annotation. This article discusses various possible ways of utilization of drilling and oil production waste.

Keywords: drilling, oil production, oil sludge, reagents, construction of barns, disposal.

На современном этапе развития технологии нефтедобычи при эксплуатации нефтяных месторождений образуются большие объёмы отходов, преимущественное количество которых накапливается в шламовых амбарах. На нефтедобывающих предприятиях Среднего Приобья в соответствии с регламентами для сбора отходов бурения с одной кустовой площадки при бурении восьми скважин строится один амбар. Если количество скважин в кусте более десяти – строится несколько амбаров. В процессе эксплуатации амбары заполняются буровыми и тампонажными растворами, буровыми сточными водами и шламом, пластовыми водами, продуктами испытания скважин, материалами для приготовления и химической обработки буровых и тампонажных растворов, ГСМ, хозяйственно-бытовыми сточными водами и твёрдыми бытовыми отходами, ливневыми сточными водами. Процентное соотношение между этими компонентами может быть самое разнообразное в зависимости от геологических условий, технического состояния оборудования, культуры производства и т.д. Так, по данным ОАО «Когалымнефтегаз», при бурении скважины глубиной 2600 м в амбаре содержится около 65 % воды, 30 % шлама (выбуренной породы), 5,5 % нефти, 0,5 % бентонита и 0,5 % различных присадок, обеспечивающих оптимальную работу буровой установки.

По данным химического анализа амбарных шламов ОАО «Когалым-нефтегаз», содержание нефтепродуктов в шламе колеблется в пределах от 2000 до 13870 мг/кг. Нефтяная часть шлама представлена в основном парафино-нафтеновыми углеводородами – 41,8 % масс., из них 20 % масс. – твёрдые парафины, асфальтены – 5,6 % масс., смолы – 19,2 % масс., полициклические ароматические углеводороды – 20,1 % масс. В образцах асфальто-смолистых парафиновых отложений, отобранных из амбаров нефтепромыслов Западной Сибири, содержание парафино-церезиновых компонентов с температурами плавления 66–84 °С составляет 40–70 % масс.; содержание органической части – 72–90 % масс. Нефтяная часть отходов распределяется в шламовом амбаре следующим образом: 7–10 % нефтеуглеводородов сорбируется на шламе, 5–10 % находится в эмульгированном и растворённом состоянии, остальные углеводороды находятся на поверхности амбара в виде плёнки. Неорганическую часть составляют в основном окислы кремния и железа (песок, продукты коррозии), небольшие количества (менее 1 %) соединений алюминия, натрия, цинка и других металлов.

Строительство амбаров практически заключается в выемке определённого объёма грунта и обваловании полученного котлована. Гидроизоляция дна и стенок амбара не производится. При такой конструкции избежать фильтрации жидкой фазы и попадания её на окружающий ландшафт практически невозможно.

Наиболее распространённый способ ликвидации шламовых амбаров выглядит следующим образом. Амбары освобождают от жидкой фазы, которую направляют в систему сбора и подготовки нефти с последующим использованием её в системе поддержания пластового давления. Оставшийся шлам засыпают минеральным грунтом. Описанный способ ликвидации шламовых амбаров имеет ряд серьёзных недостатков, одним из которых является содержание в буровом шламе достаточно высоких концентраций углеводородов, тяжёлых металлов в подвижной форме, АПАВ и других токсичных веществ. Поэтому необходимость ликвидации шламовых амбаров с последующим обезвреживанием и утилизацией бурового шлама очевидна.

В последние годы нефтедобывающими предприятиями в производство внедряются различные технологические решения, направленные на утилизацию отходов бурения. Однако унифицированного способа переработки нефтешламов с целью обезвреживания и утилизации не существует.

Все известные технологии переработки нефтешламов по методам переработки можно разделить на следующие группы: термические (сжигание в открытых амбарах, печах различных типов, получение битуминозных остатков); физические (захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением); химические (экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением неорганических (цемент, жидкое стекло, глина) и органических (эпоксидные и полистирольные смолы, полиуретаны и др.) добавок); физико-химические (применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании); биологические (микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение).

Среди существующих методов разделения нефтешламов с целью утилизации (центрифугирования, экстракции, гравитационного уплотнения, вакуумфильтрации, фильтрпрессования, замораживания и др.) наиболее перспективным является центрифугирование с использованием флокулянтов. Центрифугированием можно достичь эффекта извлечения нефтепродуктов на 85 %, мехпримесей – на 95 %. При реагентной обработке нефтешламов изменяются их свойства: повышается водоотдача, облегчается выделение нефтепродуктов.

В качестве наиболее прогрессивных можно перечислить некоторые технологии ликвидации шламовых амбаров и утилизации буровых шламов, применяемые в России и за рубежом. Компанией «ACS 530» (США) разработана мобильная система обработки и очистки гряземасло-нефтяных отходов MTU 530. Установка смонтирована на базе автомобильной платформы, способна разделять нефтешламы на различные фазы (нефть, вода, твёрдые вещества) за счёт центрифугирования нагретого нефтешлама. Вода пригодна для последующей биологической очистки; отделённая нефть может быть использована в технических целях; обезвоженный осадок – для производства строительных материалов. Установка применялась в России для устранения последствий аварии нефтепровода в Республике Коми. Производительность установки – 10 м³/ч по исходному нефтешламу (при концентрации нефти до 65 %).

Компанией «KHD Humboldt Wedag AG» (Германия) предложена технология разделения нефтешламов на фазы с последующим сжиганием шлама. Установка снабжена уст-

ройством для забора нефтешлама, виброситом для отделения основной массы твёрдых частиц, трёхфазной центрифугой, сепаратором для доочистки фугата с центрифуги, печью. Производительность установки – до 15 м³/ч по исходному нефтешламу.

В АНК «Башнефть» на нефтешламовых амбарах «Самсык» в НГДУ «Октябрьск-нефть» применялась технология, заключающаяся в растворении, нагреве с обработкой химическими реагентами для отделения отстоя воды и механических примесей. Полученная нефть направлялась на дальнейшую переработку.

В НГДУ «Гуймазынефть» с 1995 года внедрена и успешно используется установка фирмы «Татойлгаз», основанная на технологии фирмы «Майкен» (Германия). Технология заключается в нагреве нефтешлама, обработке деэмульгаторами, разрушении эмульсии в декантаторе с предварительным отделением воды и механических примесей. Доведение до требуемого качества товарной нефти осуществляется на второй стадии – в испарителе и трёхфазном сепараторе.

Рассмотрим некоторые технологические решения по ликвидации нефтешламов. Процесс ликвидации амбара с последующей утилизацией бурового шлама можно условно разделить на следующие технологические стадии:

- сбор нефтяной плёнки с поверхности амбара;
- очистка жидкой фазы от эмульгированной нефти;
- доочистка жидкой фазы (степень очистки зависит от дальнейшего использования очищенной воды);
- обезвоживание и обезвреживание бурового шлама;
- утилизация бурового шлама;
- очистка нефтезагрязнённого грунта.

Таким образом, весь технологический процесс ликвидации шламового амбара проводится в два этапа:

- 1) очистка и обезвреживание содержимого амбара;
- 2) собственно утилизация бурового шлама.

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. Экологические аспекты при строительстве нефтяных и газовых скважин: монография / О.В. Савенок [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 652 с.
3. Шиян С.И., Слепцов А.А., Шаблий И.И. Анализ текущего состояния разработки Самитинского нефтяного месторождения // СЕВЕРГЕОЭКОТЕХ: материалы международной молодёжной научной конференции. – Ухта, 2021. – С. 408–415.
4. Шиян С.И., Суховерова П.А., Шаблий И.И. Анализ методов борьбы с обводнённостью скважин на Самитинском нефтяном месторождении // Рассохинские чтения: материалы Международной конференции. – Ухта, 2021. – Ч. 1. – С. 273–280.
5. Антонов Е.Н., Шиян С.И., Шаблий И.И. Оценка выработки остаточных запасов пласта АВ_{4.5} Самотлорского месторождения путём бурения боковых стволов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2020. – № 4. – С. 57–75.

Literature:

1. Ecology in the construction of oil and gas wells: a textbook for university students / A.I. Bulatov [et al.]. – Krasnodar : LLC «Education-Yug», 2011. – 603 p.
2. Environmental aspects in the construction of oil and gas wells: monograph / O.V. Savenok [et al.]. – M. ; Vologda : Infra-Engineering, 2021. – 652 p.

3. Shiyan S.I., Sleptsov A.A., Shabliy I.I. Analysis of the current state of development of the Samitinsky oil field // NORTH-GEOECOTECH: materials of the International Youth Scientific Conference. – Ukhta, 2021. – P. 408–415.
4. Shiyan S.I., Sukhoverova P.A., Shabliy I.I. Analysis of methods for combating water cut in wells at the Samitinskoye oil field // Rassokhinsky readings: materials of the International conference. – Ukhta, 2021. – Vol. 1. – P. 273–280
5. Antonov E.N., Shiyan S.I., Shabliy I.I. Estimation of the development of residual reserves of the AV₄₋₅ formation of the Samotlor field by drilling sidetracks // Nauka. Technique. Technologies (polytechnic bulletin). – 2020. – № 4. – P. 57–75.

**РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ,
КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**X-RAY METHOD OF QUALITY CONTROL OF WELDED
CONNECTIONS OF OIL PIPELINES AS A FACTOR
OF EFFECTIVE DIAGNOSTICS**

Шиян Станислав Иванович

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

Колесник Алина Евгеньевна

студент направления подготовки 38.04.02 «Менеджмент»
института экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
alinakolesnikalina@yahoo.com

Задачин Александр Александрович

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

Аванесов Александр Сергеевич

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
iccup.house@mail.ru

Коробко Денис Дмитриевич

студент направления подготовки 38.04.02 «Менеджмент»
института экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
denisik.korobko@yandex.ru

Аннотация. Данная статья посвящена обзору современного метода панорамной круговой рентгенографии на предприятиях топливно-энергетического комплекса на примере диагностики сварных соединений магистральных нефтепроводов.

Ключевые слова: рентгенография, сварные стыки, излучение, дефекты, пенетрометр.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kolesnik Alina Evgenevna

Student Training Direction 38.04.02 «Management»,
Institute of Economics, Management and Business,
Kuban State Technological University
alinakolesnikalina@yahoo.com

Zadachin Alexander Alexandrovich

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

Avanesov Alexander Sergeevich

Student Training Direction 21.04.01 «Oil and Gas Business»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
iccup.house@mail.ru

Korobko Denis Dmitrievich

Student Training Direction 38.04.02 «Management»,
Institute of Economics, Management and Business,
Kuban State Technological University
denisik.korobko@yandex.ru

Annotation. This article is devoted to a review of the modern method of panoramic circular X-ray at the enterprises of the fuel and energy complex on the example of diagnostics of welded joints of main oil pipelines.

Keywords: radiography, welded joints, radiation, defects, penetrometer.

Жесткие требования, предъявляемые к качеству современной промышленности в отношении технических характеристик и качества, которые требуют высокой степени точности в процессах сварки, были основной причиной использования неразрушающих испытаний в процессах обнаружения сварных соединений, таких как охлаждающие трубы в ядерных реакторах, топливопроводы для самолетов, трубы для перекачки нефти и природного газа, из-за опасных текущих материалов и высокого давления в этих трубах.

Метод панорамной круговой рентгенографии используется для обнаружения сварных швов в трубах диаметром более 10 дюймов, где можно получить полное круговое изображение окружности трубы в области сварки, поместив источник рентгеновского излучения в центр трубы изнутри, где две трубы соединяются в сварочной части, то есть в точке $F = D / 2$, где D – диаметр трубы, при условии, что угол отклонения между направлением рентгеновского излучения и поверхностью зоны сварки не превышает 5° . Область сварки полностью окружена снаружи полосой пленки шириной 70 мм (рис. 1). Также четыре металлических полоски (пенетrometer) накладываются вместе с пленкой на четыре противоположно ориентированных полюса, чтобы измерить проникающую способность луча через материал трубы. Эти пенетметры используются в качестве базовых эталонов для проверки качества рентгеновской пленки после проявления в соответствии со спецификациями качества API-1104 (Сварка трубопроводов и связанных с ними сооружений).

Окружность трубы разделена на несколько противоположно ориентированных полюсов с положениями, указанными на часах, например (12–6, 3–9) или (1–7, 4–10) или (2–8, 5–11).

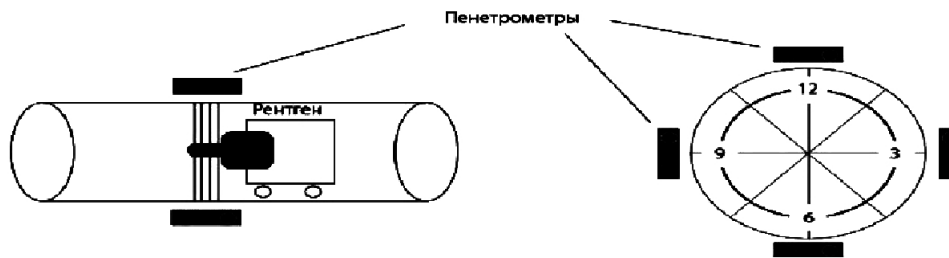


Рисунок 1 – Метод панорамной круговой рентгенографии с использованием механического движущегося источника рентгеновского излучения (CRAWLER)

В процессе неразрушающего контроля сварных соединений газопровода с использованием панорамного рентгеновского режима необходимо установить определенные условия, чтобы получить рентгеновское изображение, которое можно было бы проанализировать, чтобы оно отражало все точки обнаружения, эти условия:

1. Напряжение на рентгеновской трубке должно быть 180–300 кВ.;
2. Необходимо использовать рентгеновскую пленку типа D4 или D5 (Agfa-Gevaert);
3. Оптическая плотность рентгеновской пленки должна быть в пределах 2–4 единиц оптической плотности;
4. Время экспозиции должно быть правильным, чтобы соответствовать толщине трубы и напряжению на рентгеновской трубке. На рисунке 2 показана зависимость между временем воздействия и толщиной трубы при различных напряжениях рентгеновской трубки, поскольку время воздействия сварного шва во время рентгеновской радиографии будет определять качество и четкость рентгеновского снимка.

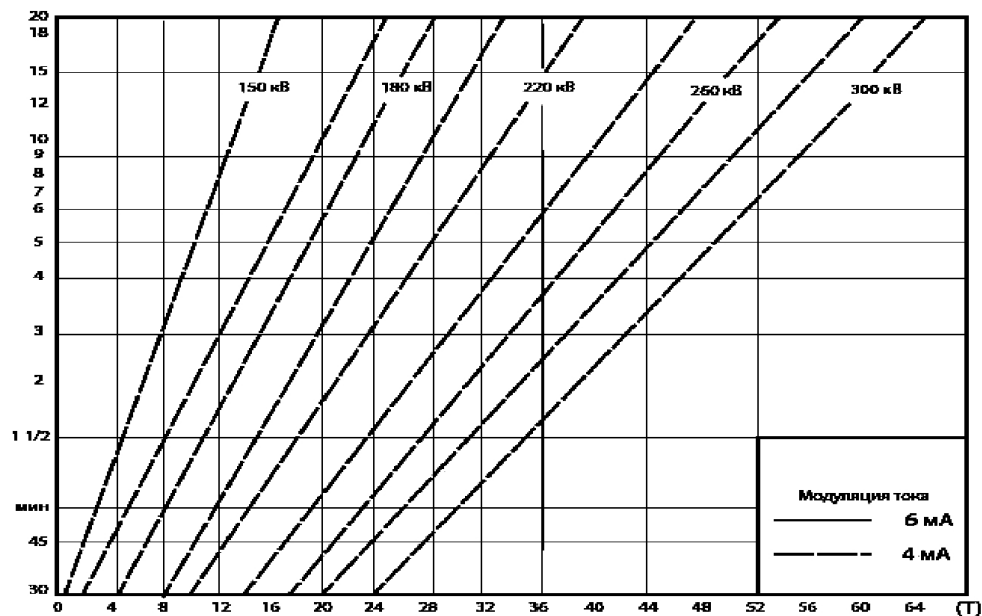


Рисунок 2 – Соотношение между временем воздействия (t) и толщиной металла (T) при напряжениях 150–300 кВ

Инструменты и оборудование для проверки качества сварки, используемые для обнаружения сварочных дефектов в проекте Хомс-Триполи (Арабский газопровод на Ближнем Востоке), различаются по типу обнаружения, который зависит, в первую очередь, от диаметра трубы. По этой причине мы упомянем инструменты и испытательное

оборудование, которые используются в методе кругового панорамного обнаружения, который является предметом данного исследования, а именно:

1. Механический движущийся аппарат внутри газовой трубы (Crawler – см. рис. 1), оснащенный рентгеновской трубкой, работающий при напряжении 180–300 кВ.;
2. Лабораторные контейнеры для ручного и автоматического проявления рентгеновской пленки;
3. Рентгеновская пленка типа D4 (Agfa-Gevaert);
4. Negatiscope для чтения и анализа рентгеновских снимков;
5. Плотномер для определения оптической плотности рентгеновских пленок типа Radix-D;
6. Идентификационные символы (цифры и буквы), сделанные из свинца или графита, чтобы классифицировать рентгеновскую пленку после проявления, в соответствии с ее местом, ее номером в проверяемом километре, датой и т.д.

Пенетрометр, используемый в этом исследовании, представляет собой пенетрометр с отверстиями (пенетрометр ASTM), который состоит из небольшого прямоугольного куска металла, содержащего три отверстия диаметром Т, 2Т, 4Т, где Т – толщина пенетрометра (рис. 3). Толщина Т связана с толщиной металлического слоя трубы, и каждый пенетрометр идентифицируется номером, показывающим толщину в тысячных долях дюйма, как показано в таблице 1.

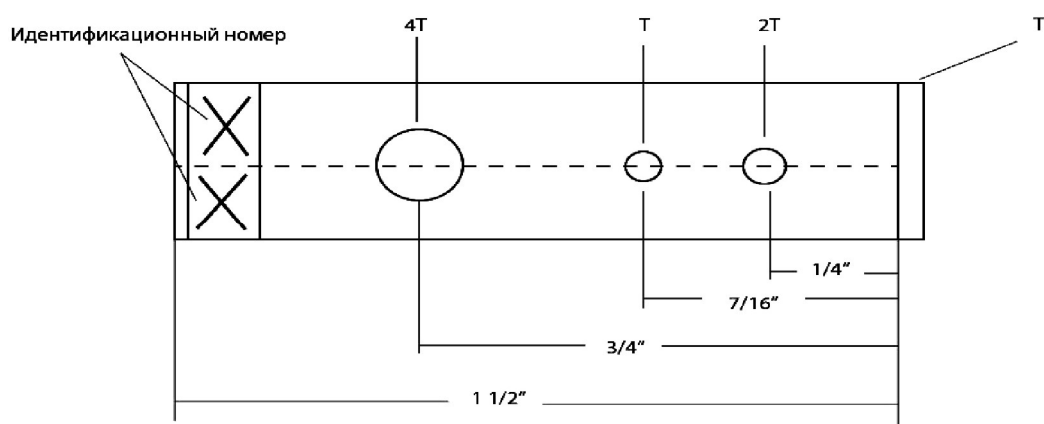


Рисунок 3 – Принципиальная схема пенетрометра

Таблица 1 – Толщина трубы в зависимости от толщины пенетрометра

Толщина стенки трубы, мм	Максимальная толщина пенетрометра, мм	Идентификационный номер
0–6,35	0,127	5
> 6,35–9,52	0,19	7
> 9,52–12,7	0,254	10
> 12,7–15,88	0,317	12
> 15,88–19,05	0,381	15
> 19,05–22,22	0,444	17
> 22,22–25,4	0,508	20
> 25,4–31,75	0,635	25
> 31,75–38,10	0,762	30
> 38,10–50,80	0,889	35 год

Пенетрометр показывает, был ли достигнут определенный уровень качества, и в соответствии со спецификациями качества API-1104 он позволяет определять ряд уровней радиографической чувствительности в зависимости от требований работы. Например, спецификации могут требовать уровня радиографической чувствительности

2–2Т. Первый символ (2) указывает, что толщина пенетрометра должна составлять 2 % от толщины образца; второй (2Т) указывает, что на готовом рентгеновском снимке должно быть видно отверстие, диаметр которого в два раза превышает толщину пенетрометра. Однако для критических компонентов могут потребоваться более жесткие стандарты, и может потребоваться уровень 1–2Т или 1–1Т. С другой стороны, рентгенография менее критических образцов может быть удовлетворительной, если достигнут уровень качества 2–4Т или 4–4Т.

Из-за высокого давления (40–54 баррелей) в трубопроводе природного газа, высокой воспламеняемости газа и его способности взорваться, вдобавок к тому, что трубопровод может находиться вблизи некоторых жилых районов, было необходимо, чтобы рентгенографический уровень чувствительности должен быть 2–1Т или 2–2Т как самый низкий приемлемый уровень радиографической чувствительности для этого проекта.

Метод панорамной круговой радиографии использовался для проверки качества сварки последовательных образцов сварных соединений в областях 42 км и 60 км для двух типов соединений (NA) [код NA–А, указывающий, что процесс сварного соединения был выполнен вручную около траншеи газопровода.] и (ДНК) [ДНК – код, указывающий, что процесс сварного соединения был выполнен автоматически в техническом цехе компании]. После проявления пленки, которая принадлежит каждому сварному стыку, измерения ее оптической плотности и определения уровня ее радиографической чувствительности (с помощью пенетрометра), процесс анализа каждого изображения проводился в соответствии со спецификациями качества API-1104. А так как в процессе сварки есть дефекты,

Во-первых – допустимые дефекты. Эти дефекты должны иметь размеры (или размер), которые допускаются спецификациями качества API-1104, независимо от того, были ли эти дефекты одиночными, повторяющимися или смешанными, таким образом, чтобы их общие размеры при ограниченной длине (304,8 мм) не превышали допустимый верхний предел качества сварки, поэтому эти дефекты считаются (Допустимыми) и обозначаются символом [ОК].

Во-вторых – недопустимые дефекты. Эти дефекты имеют размеры (или размер), которые больше, чем допускаются спецификациями качества API-1104, независимо от того, были ли эти дефекты единичными, повторяющимися или смешанными, таким образом, что их появление в виде единичных дефектов или совокупных дефектов в одном единственном сварном соединении невозможно. Больше верхнего предела, допускаемого качеством сварки. Соответственно, эти дефекты классифицируются как (неприемлемые). Их необходимо отремонтировать, если они находились в узкой полосе по окружности сваренного круга и обозначены символом [R]. В противном случае, если их распространение было повторяющимся, то все сварные соединения должны быть вырезаны, а их следует повторно сварить и повторно проверить, а дефекты помечаются символом [СО].

Качество сварного стыка магистрального нефтепровода должно соответствовать жестким требованиям отрасли в современной промышленности, так как любые дефекты могут критично повлиять на работоспособность техники, эксплуатации объекта и различных факторов. Именно поэтому, в настоящее время, используют метод панорамной круговой рентгенографии для обнаружения сварного шва, оценки его качества и выявления дефектов, которые могут появиться непосредственно в этом шве. Данный метод позволяет довольно точно определить в каком месте шва и какой именно дефект образовался, и в дальнейшем устранить его, для восстановления нормального, бесперебойного режима работы механизма.

Литература:

1. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2016. – 576 с.

2. Савенок О.В., Ладенко А.А. Разработка нефтяных и газовых месторождений. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2019. – 275 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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. – С. 26–37.

Literature:

1. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar: LLC «Izdatel'skiy Dom – Yug», 2016. – 576 p.
2. Savenok O.V., Ladenko A.A. Development of oil and gas fields. – Krasnodar : Ed. FGBOU VO «KubSTU», 2019. – P. 275.
3. Shiyani S.I., Omelchenko N.N. Variants of reengineering in the reconstruction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // Oil Engineer. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
4. Technique and technology of restoration of productivity of a well № 1273 of the Urengoi field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
5. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3. – P. 26–37.

**ОСНОВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, ПРИМЕНЯЕМАЯ
ПРИ ГИДРОРАЗРЫВЕ СЛАНЦЕВОГО КОЛЛЕКТОРА.
ГИДРОСТРУЙНЫЙ ГИДРОРАЗРЫВ**

**BASIC TECHNOLOGY APPLIED IN HYDRAULIC FACING
OF A SHALE MANIFOLD. HYDRAULIC HYDRAULIC FUNCTION.**

Шиян Станислав Иванович

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

Колесник Алина Евгеньевна

студент направления подготовки 38.04.02 «Менеджмент»
института экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
alinakolesnikalina@yahoo.com

Задачин Александр Александрович

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

Аванесов Александр Сергеевич

студент направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
iccup.house@mail.ru

Коробко Денис Дмитриевич

студент направления подготовки 38.04.02 «Менеджмент»
института экономики, управления и бизнеса,
Кубанский государственный технологический университет
denisik.korobko@yandex.ru

Аннотация. В последние годы тема сланцевого газа и технологии гидроразрыва пласта, используемой при его добыче, стала предметом жарких дискуссий. Сланцевый газ позиционируется как надежный и чистый источник энергии, с помощью которого Европа сможет упрочить свою энергетическую безопасность и осуществить переход к низкоуглеродной экономике.

Ключевые слова: технология гидроразрыва пласта, породы, вертикальные и горизонтальные скважины.

Shiyan Stanislav Ivanovich

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

Kolesnik Alina Evgenevna

Student Training Direction 38.04.02 «Management»,
Institute of Economics, Management and Business,
Kuban State Technological University
alinakolesnikalina@yahoo.com

Zadachin Alexander Alexandrovich

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

Avanesov Alexander Sergeevich

Student Training Direction 21.04.01 «Oil and Gas Business»,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
iccup.house@mail.ru

Korobko Denis Dmitrievich

Student Training Direction 38.04.02 «Management»,
Institute of Economics, Management and Business,
Kuban State Technological University
denisik.korobko@yandex.ru

Annotation. In recent years, the topic of shale gas and the technology of hydraulic fracturing used in its production has become the subject of heated discussions. Shale gas is positioned as a reliable and clean source of energy with which Europe can strengthen its energy security and make the transition to a low-carbon economy.

Keywords: hydraulic fracturing technology, rocks, vertical and horizontal wells.

Технологию гидроразрыва сланцевых коллекторов можно разделить по типу гидроразрыва скважины на три категории: вертикальные, наклонно-направленные и горизонтальные скважины с гидроразрывом, как показано на рисунке 1. Технологию гидроразрыва также можно разделить в зависимости от типа используемой жидкости для гидроразрыва, например, газа, пены, геля и т.д. Целевая зона может быть разбита на различные секции, например, односекционный и многосекционный гидроразрыв. Кроме того, при выборе жидкости для гидроразрыва и технологии гидроразрыва необходимо учитывать различные факторы, такие как глубина залежи сланцевого газа, емкость и чувствительность пласта, естественные трещины и технология заканчивания скважины.

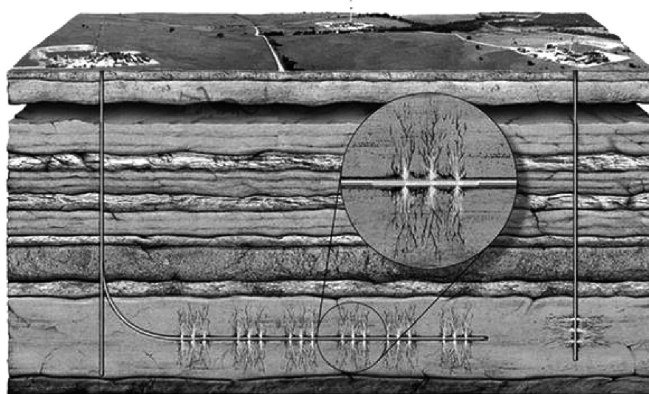


Рисунок 1 – Эскизная карта ГРП вертикальных и горизонтальных скважин

Наиболее часто используемые технологии гидроразрыва в настоящее время – это многосекционный гидроразрыв, гидроразрыв реки, гидроразрыв, гидроразрыв сети трещин, повторный гидроразрыв и одновременный гидроразрыв. Однако больше внимания уделяется гидроразрыву CO₂ и N₂. Характеристики этой технологии гидроразрыва и условия ее применения отличаются, как показано в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики и применение технологий гидроразрыва

Технология ГРП	Технические физические характеристики	Область применения
Стадия ГРП	Проведение процесса ГРП в несколько этапов	Горизонтальная скважина с несколькими зонами добычи и герметичным резервуаром с вертикальной стенкой.
Обработка гидроразрывом	Легкое приготовление жидкости для гидроразрыва с низкой стоимостью	Подходит для средних глубин пласта (1,5–3 км)
	Основным элементом жидкости для гидроразрыва является вода, снижающая сопротивление, для создания более плотной сети трещин и повышения проницаемости.	Разработанный пласт с естественной системой трещиноватости
	Вынуждая газ течь из пласта в ствол скважины с большей легкостью	
	Меньшее воздействие загрязнения на геологические образования и ограниченная способность выноса песка	
	Применяется для создания трещин в разных направлениях и расширения сети трещин для увеличения добычи углеводородов	
Гидроструйный гидроразрыв	Применяется для создания трещин в разных направлениях и расширения сети трещин для увеличения добычи углеводородов.	Босоное заканчивание скважины
	Не требует торцевого уплотнения; таким образом экономится рабочее время	
Повторный ГРП	Восстановите трещину, чтобы увеличить извлечение жидкости.	Освоение новых скважин
	Одновременный ГРП в нескольких скважинах	Снижение мощности добывающей скважины
Одновременный ГРП	Это одновременная работа нескольких скважин для экономии времени.	Для пластов с большой плотностью стволов и близлежащего расположения скважин.
	Он лучше влияет на пласт, чем сети трещин.	
Разрыв сети	Применение жидкости гидроразрыва с большим вытеснением во время операции для открытия естественной трещины и создания сетевых трещин.	Низкая проницаемость пласта, при котором естественные трещины развиты недостаточно.
	Увеличивает проницаемость пласта	
Пенный разрыв CO ₂ и N ₂	Вызывает меньшее повреждение пласта и загрязнение	Водочувствительный резервуар
	Низкая фильтрация и хорошая пропускная способность песка	Мелкий пласт (< 1,5 км) и низкое давление в скважине
	Подходит для десорбции сланцевого газа	
Большой гидроразрыв пласта	Использует огромное количество геля	Нет особых условий для резервуара; поэтому он широко используется
	Высокая стоимость эксплуатации заканчивания скважины	
	Наносит большой ущерб резервуару	

Процесс гидроразрыва пласта сочетает в себе гидроразрыв с гидроразрывом и включает использование специального инструмента для гидроразрыва на обычных или гибких НКТ. Струи динамической энергии жидкости образуют туннели в породе коллектора в определенных местах, чтобы инициировать гидравлический разрыв, который затем распространяется из этой точки наружу. Повторяя процесс, можно создать множественные трещины гидроразрыва вдоль горизонтального ствола скважины. Идея гидроструйного гидроразрыва пласта не нова. Фактически он использовался столетие назад со струями низкого давления, где для резки камня и стекла применялись гидроабразивы с эрозионными материалами. Поскольку эрозия не связана с обратным потоком, препятствующим процессу резки песка, резка стальных листов, устьев скважин во время войны в Ираке и каменных карьеров, как правило, выполняется легко. Гидроструйная резка может быть ошибочно заявлена в результате процесса перфорации, который можно увидеть при использовании на песчаниках и известняках.

Для этих двух пород предположим, что струя используется для перфорирования породы. Также предположим, что в процессе струйной обработки создается перфорация с большим внутренним диаметром, чем у струйного сопла. Скорость жидкости, поступающей в перфорационный туннель, будет невероятно увеличена. Вблизи дна перфорации скорость текущей жидкости резко снизится. Если сечение потока поддерживается и трение отсутствует, давление жидкости будет равно исходному давлению струи в примере. Однако это, как правило, маловероятно, поскольку потери давления обычно высоки. Чтобы еще больше объяснить это, граничное трение струи преобразует кинетическую энергию в тепловые потери, вызывая вспышку струи. Это резко снижает скорость струи, что, в свою очередь, снижает давление на единицу площади удара. Это приводит к эффективности преобразования при низком давлении. Что еще более важно, горные породы все еще могут быть разрушены, когда к струям приложено достаточное давление, даже при таком низком уровне эффективности давления. Важно отметить, что лабораторные испытания показали, что при высоком давлении струи разрушение горных пород является обычным явлением. Однако, когда эффективности преобразования при высоком давлении и низкой энергии используются вместе, они становятся технически и экономически непрактичными.

Желаемой целью гидроразрыва является разработка и эффективная добыча из сланцевого коллектора. Для обеспечения успешной обработки гидроразрывом необходимо использовать надлежащую технологию гидроразрыва, основанную на характеристиках коллектора, таких как минеральное содержание коллектора, физические свойства и геологические условия. Используемая технология гидроразрыва пласта имеет другую желаемую среду для достижения максимального извлечения. Во время процесса гидроразрыва следует проверять содержание жидкости для гидроразрыва на основе содержания минералов в пласте и физических свойств, чтобы улучшить проницаемость коллектора и уменьшить повреждение пласта.

Литература:

1. Булатов А.И., Савенок О.В., Яремийчук Р.С. Научные основы и практика освоения нефтяных и газовых скважин. – Краснодар : ООО «Издательский Дом – Юг», 2016. – 576 с.
2. Савенок О.В., Ладенко А.А. Разработка нефтяных и газовых месторождений. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2019. – 275 с.
3. 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.

4. 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.
5. 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. – С. 26–37.
6. Фаик С.А., Саранча А.В. Переменной проводимости трещины, повреждённой трещины и оптимизация // Изв. вузов. Нефть и газ. – 2018. – № 1. – С. 68–74.
7. Ачимовские пласты Уренгойского месторождения. Массивные ГРП с применением линейных подушек / Д. Зольников [и др.] // Oil&Gas Jornal Russia, ноябрь, 2017. – С. 56–62.
8. Опыт проведения экспресс-оценок дебита горизонтальных скважин после многозонного гидроразрыва пласта / С.В. Ёлкин [и др.] // Инженерная практика. – 2016. – № 12.

Literature:

1. Bulatov A.I., Savenok O.V., Yaremiychuk R.S. Nauchnyye osnovy i praktika osvoeniya neftyanykh i gazovykh skvazhin. – Krasnodar :LLC «Izdatel'skiy Dom – Yug», 2016. – 576 p.
2. Savenok O.V., Ladenko A.A. Development of oil and gas fields. – Krasnodar : Ed. FGBOU VO «KubSTU», 2019. – 275 p.
3. Shiyani SI, Omelchenko NN Variants of reengineering in the reconstruction of production facilities of the system of collection, transportation and preparation of oil, gas and water of the Ivanovo field // Oil Engineer. – 2020. – № 3. – P. 34–42.
4. Technique and technology of restoration of productivity of a well № 1273 of the Urengoy sky field by cutting of a lateral trunk / E.A. Kholopov [et al.] // Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2020. – № 2. – P. 248–266.
5. Shiyani S.I., Berezovsky D.A. Analysis of economic and technological efficiency of operation of side shafts at the Krasnovsky gas-oil field // Science and technology in the gas industry. – 2020. – № 3. – P. 26–37.
6. Faik S.A., Locust A.V. Change of fracture conductivity, damaged fracture and optimization // Izv. universities. Oil and Gas. – 2018. – № 1. – P 68–74.
7. Achimov strata of the Urengoy skoye field. Massive hydraulic fracturing using linear pads / D. Zolnikov [et al.] // Oil & Gas Jornal Russia, November, 2017. – P. 56–62.
8. Experience of Conducting Express Estimates of Horizontal Wells Production Rate after Multi-Zone Hydraulic Fracturing / S.V. Yolkin [et al.] // Engineering practice. – 2016. – № 12.

Научное издание

REFERATOTECH

**Материалы
II Международной научно-практической конференции**

(23 октября 2021 г.)

Сборник статей

Статьи публикуются в авторской редакции

Технический редактор – А.С. Семенов
Компьютерная верстка – М.Н. Гусева
Дизайн обложки – О.Я. Фоменко

Подписано в печать 23.03.2022

Бумага «Снегурочка»

Печ. л. 20,0

Усл. печ. л. 18,6

Уч.-изд. л. 16,7

Формат 60×84 ¹/₈

Печать трафаретная

Изд. № 1232

Тираж 50 экз.

Заказ № 2344

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>