

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Кубанский государственный технологический университет»**  
**Армавирский механико-технологический институт**  
**Кафедра машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов**



# **НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ**

*г. Армавир, 09–10 февраля 2018 г.*

## **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**Международной научно-практической конференции,  
посвященной 100-летию  
Кубанского государственного технологического университета  
и 25-летию  
кафедры «Машины и оборудование нефтяных и газовых  
промыслов» Армавирского механико-технологического  
института**

Краснодар  
2018

УДК 622.323  
ББК 33.36  
Н 34

**Редакционная коллегия:**

Главный редактор – С.А. Подгорный, д-р техн. наук, проректор по НР КубГТУ.

Ответственный редактор – М.В. Омелянюк, канд. техн. наук, зав. кафедрой  
МОНПИ АМТИ.

**Ответственные редакторы секций:**

Секция 1 – М.В. Омелянюк, канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПИ АМТИ.

Секция 2 – Е.Н. Зотов, директор филиала ООО «РН-Сервис».

Секция 3 – Д.Г. Антониади, д-р техн. наук, проф., директор института НГиЭ КубГТУ.

Секция 4 – Н.Г. Стаканов, главный инженер филиала ООО «Газпром ПХГ».

Секция 5 – Л.А. Горовенко, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой ОНД АМТИ.

Секция 6 – И.А. Пахлян, канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ.

Секция 7 – Д.А. Трухан, канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой ВЭА АМТИ.

Технический редактор – А.И. Шарнов, канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ.

**Н34 Наука и технологии в нефтегазовом деле:** сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского государственного технологического университета и 25-летию кафедры машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов Армавирского механико-технологического института (09–10 февраля 2018 г.) /ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет». – Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2018. – 319 с.  
ISBN 978-5-8333-0757-1

Материалы конференции объединяют результаты научной работы и производственных инноваций по направлениям техники и технологии нефтегазовых производств, восстановления продуктивности скважин, разработки месторождений нефти и газа, повышения эффективности трубопроводного транспорта и хранения нефти и газа, а также вопросам защиты окружающей среды и повышению безопасности на производственных объектах нефтегазовой отрасли, электроэнергетики и автоматизации в нефтегазовой промышленности.

**УДК 622.323  
ББК 33.36**

ISBN 978-5-8333-0757-1

© ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2018  
© Коллектив авторов, 2018

**Ministry of Education and Science of the Russian Federation**  
**The Federal State Budgetary Institution of Higher Education**  
**«Kuban State Technological University»**

**The Armavir Mechanical and Technological Institute**  
**Chair of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields**



# **SCIENCE AND TECHNOLOGY IN OIL AND GAS BUSINESS**

*Armavir, February 9-10, 2018*

## **THESES OF REPORTS**

**International Scientific and Practical Conference,  
dedicated to the 100th anniversary of  
Kuban State Technological University  
and 25th anniversary of  
chair of « Machines and Equipment for Oil and Gas Fields » of  
the Armavir Mechanical and Technological Institute**

Krasnodar  
2018

**E d i t o r i a l   b o a r d :**

Chief editor – S.A. Podgorny, doctor of technical sciences, SR vice-rector of KubSTU.

Executive editor – M.V. Omelyanyuk, candidate of technical sciences, head of the chair  
MEOGF AMTI.

**Executive editors of section:**

Section 1 – M.V. Omelyanyuk, candidate of technical sciences, head of the chair MEOGF  
AMTI.

Section 2 – E.N. Zotov, branch director of LLC «ROSNEFT- SERVICE».

Section 3 – D.G. Antoniadi, director IOGE KubSTU, professor, doctor of technical sciences.

Section 4 – N.G. Stakanov, chief engineer KD LLC «Gazprom UGS».

Section 5 – L.A. Gorovenko, head of the chair GSD AMTI, candidate of technical sciences.

Section 6 – I.A. Pachlyan, candidate of technical sciences, associate professor of MEOGF  
chair AMTI.

Section 7 – D.A. Trukhan, head of the chair IF EEA AMTI, candidate of technical sciences.

Technical editor – A.I. Sharnov, candidate of technical sciences, associate professor of  
MEOGF chair AMTI.

**Science and technology in oil and gas business:** collection of theses reports of the International scientific-practical conference, dedicated to the 100th anniversary of Kuban State Technological University and 25th anniversary of chair of « Machines and Equipment for Oil and Gas Fields » of the Armavir Mechanical and Technological Institute (February 9-10, 2018.) / Kuban State Technological University. – Krasnodar: KubSTU, 2018. – 319 p.  
ISBN 978-5-8333-0757-1

The materials of the conference combine the results of scientific work and production innovations in the fields of oil and gas production techniques and technology, restore well productivity, develop oil and gas fields, improvement of the efficiency of pipeline transport and store of oil and gas, and also the issues of the environmental protection and improvement of safety at oil and gas production facilities, electric power and automation in the oil and gas industry.

**UDC 622.323**

ISBN 978-5-8333-0757-1

© FSBI HE « Kuban State Technological University», 2018

© Editorial team, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Подгорный С.А.</b> Приветствие Председателя оргкомитета участникам и гостям I Международной научно-практической конференции «Наука и технологии в нефтегазовом деле».....	14
<b>Секция 1. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....</b>	21
<b>Алексян О.А., Нугманова А.А.</b> Интенсификация процесса обезвоживания щелочных вод ректификации бензола.....	21
<b>Бабаев С.Г., Курбанов З.А.</b> Оценка безотказности систем, состоящих из рабочих и резервных нефтепромысловых насосных установок.....	24
<b>Галимуллин М.Л., Зайнаглина Л.З.</b> Повышение профессиональной компетентности специалиста профиля «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов.....	26
<b>Гитинов А.Р., Меликян А.С., Пахлян И.А.</b> Оснащение топливно-заправочных комплексов нефтебазы с применением кориолисовых расходомеров.....	28
<b>Горбылева Я.А.</b> Исследование характеристик насосно-эжекторных систем для водогазового воздействия на пласт.....	30
<b>Гусейнов Ч.С., Хазеев В.Б.</b> Оценка внешних воздействий на погружные и подводные МНГС в условиях арктического шельфа.....	32
<b>Долгов С.В., Кучерук С.Р.</b> Маркетинговые исследования рынка сервисных услуг в нефтегазовой сфере.....	34
<b>Зайнетдинов Р.Р.</b> Применение штанговых колонн со сферическим соединением в наклонно направленных и пространственно искривленных скважинах.....	36
<b>Зотов Е.Н., Омелянюк М.В., Пахлян И.А.</b> Разработка оборудования для нормализации забоя в добывающих скважинах газонефтяного месторождения Дыш.....	38
<b>Зубаиров С.Г., Арсланов А.А.</b> Модернизация привода исполнительных узлов спецмашин применением винтового насоса.....	40
<b>Керимова Л.С.</b> Классификация подвидов абразивного изнашивания деталей бурового и нефтепромыслового оборудования.....	42
<b>Копелевич Л.Е., Ким В.А., Шаршак А.А.</b> Ресурсосберегающая установка для сепарирования нефти.....	44
<b>Ладенко А.А.</b> Использование энергосберегающих способов очистки систем оборудования.....	46
<b>Ленков С.Н., Шалимов Е.И.</b> Усовершенствование узла скалки и тяговой цепи цепного привода.....	48

<b>Мельничук О.Н.</b>	
Сравнительный анализ закрытых и открытых шпindelных секций винтовых забойных двигателей.....	50
<b>Мелюхов Е.В., Омелянюк М.В.</b>	
Буровой раствор как канал передачи данных от телесистемы, и проблемы его диспергирования.....	52
<b>Мелюхов Е.В., Омелянюк М.В.</b>	
Технология бурения ориентируемыми КНБК при бурении интервалов набора и стабилизации зенитного угла на Смородинском нефтяном месторождении.....	55
<b>Морозов В.А., Двойников М.В., Будовская М.Е.</b>	
Исследование биений корпуса винтового забойного двигателя.....	57
<b>Назаров С.В., Шакиров И.Д.</b>	
Исследования влияния трения на муфтовые части насосных штанг.....	59
<b>Нурмухаммадов Ж.Ш.</b>	
Нитрозирование п-бром- $\alpha$ -нафтаола.....	61
<b>Омелянюк М.В.</b>	
Очистка нефтегазопромысловых гидротехнических сооружений и судов от обрастаний.....	63
<b>Омелянюк М.В., Бухарин Н.С.</b>	
Моделирование кавитационных генераторов колебаний для нефтегазовой промышленности.....	65
<b>Омелянюк М.В., Ширин Д.С.</b>	
Повышение эффективности технологии ремонта насосно-компрессорных труб для месторождения Советское.....	67
<b>Омелянюк М.В.</b>	
Очистка НКТ от отложений солей с ПРН.....	69
<b>Родионов В.П., Ладенко А.А.</b>	
Использование способов очистки систем оборудования промышленных и хозяйственных объектов.....	71
<b>Рустамов У.И., Мухамедгалиев Б.А.</b>	
Новый формат понтонов для резервуаров нефтехранилищ.....	73
<b>Салихова А.Р.</b>	
Освоение скважины электроцентробежным насосом после гидравлического разрыва пласта.....	75
<b>Чистов Д.И., Шахтарин Н.В.</b>	
Анализ причин разрушения ГНКТ.....	77
<b>Шарнов А.И., Ковалевская А.В.</b>	
К вопросу моделирования обслуживания и ремонта нефтепромыслового оборудования.....	79
<b>Шишкин Н.Д., Марышева М.А., Коренский В.В.</b>	
Промысловый депарафинизатор нефти с получением товарного продукта.....	81
<b>Эшметов И.Д., Эшметов Р.Ж., Ахмаджонов А.А.</b>	
Деэмульгирование водонефтяных эмульсий с композицией полиэлектролит-поверхностно-активное вещество.....	83
<b>Юсупов С.К., Юсупов Ф.М., Ешметов И.Д., Бектурдиев Г.М., Курбанов А.Р.</b>	
Получение угольных брикетов с применением нового связующего.....	85

<b>Ямалиев В.У., Фатыхова А.А.</b> Классификация методов предотвращения образования и разрушения высокоустойчивых эмульсий.....	88
<b>Секция 2. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СКВАЖИН.....</b>	90
<b>Антонов Д.С., Омелянюк М.В.</b> Повышение эффективности работ по очистке скважины за счет применения скребка наддолотного.....	90
<b>Гасумов Р.А. Шихалиев И.Ю., Шихалиева И.С.</b> Возможность восстановления эксплуатационных характеристик скважин с учетом особых горно-геологических условий за счет применения инновационного многоцелевого твердого пенообразователя.....	92
<b>Зотов Е.Н., Омелянюк М.В., Пахлян И.А.</b> Усовершенствование скважинного оборудования для очистки забоев добывающих и ликвидируемых скважин.....	94
<b>Мартюшев Д.А.</b> Лабораторные исследования кислотных составов для обработки коллекторов, характеризующихся различной карбонатностью и структурой пустотного пространства горных пород.....	97
<b>Махманов Д.М., Хакимов А.М., Мухамедгалиев Б.А.</b> Разработка эффективных присадок на основе местных сырьевых ресурсов.....	99
<b>Моисеев К.В., Ахиярдинова Г.И.</b> Применение имплозионного устройства в методах интенсификации нефти и газа.....	101
<b>Овчинников В.П., Булыгин Д.Е.</b> Технологические решения для повышения эффективности разработки Ачимовских отложений на Уренгойском нефтегазоконденсатном месторождении.....	103
<b>Омелянюк М.В., Пахлян И.А., Rogozin A.A.</b> Повышение эффективности химических методов интенсификации добычи месторождений Краснодарского края.....	105
<b>Поплыгина И.С., Мордвинов В.А.</b> Анализ результатов применения составов для водоизоляции скважин и перераспределения фильтрационных потоков на карбонатном объекте разработки с высоковязкой нефтью.....	107
<b>Сулейменов Н.С.</b> Восстановление фильтрационных характеристик околоскважинной зоны при освоении скважины.....	109
<b>Сюзев А.В., Новиков В.А., Слушкина А.Ю.</b> Разработка технологии комплексного химического воздействия на карбонатные коллектора.....	111
<b>Телков В.П.</b> Современное состояние и перспективы развития методов борьбы с выносом проппанта после гидравлического разрыва пласта.....	114
<b>Хижняк Г.П., Гладких Е.А., Лбова Д.С.</b> Фильтрационные исследования на керне состава тамолекс для перераспределения потоков и повышения нефтеотдачи.....	116

<b>Шарнов А.И.</b>	
Интеграция образования, науки и промышленного бизнеса как основа совершенствования нефтегазового образования	118
<b>Секция 3. УПРАВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА.....</b>	<b>120</b>
<b>Абдикамалова А.Б., Эшметов И.Д., Калбаев А.М.</b>	
Изучение влияния реагентов стабилизаторов на свойства глинистых суспензий.....	120
<b>Анисимова Л.З., Баранова А.Г., Хазиев Р.Р., Колузаева К.Ю.</b>	
О космическом радарном мониторинге смещений и деформаций земной поверхности при разработке месторождения нефти .....	123
<b>Антониади Д.Г., Омельянюк М.В., Пахлян И.А., Джалалов К.Э., Шостак Н.А.</b>	
Разработка способа освоения месторождений высоковязких нефтей и установки для его осуществления.....	125
<b>Арутюнов Т.В., Савенок О.В.</b>	
Методология оценки запасов сланцевого газа.....	127
<b>Bassey I.E., Антониади Д.Г., Antigha R.E.</b>	
Оптимизация управления скважины с учетом повреждения пласта взвешенными частицами в нагнетательной воде.....	129
<b>Ван Хэнян</b>	
Исследование скин-фактора композитного внутрискважинного фильтра.....	131
<b>Вержбицкий В.В., Васильев В.А., Гунькина Т.А., Осадчая И.Л.</b>	
Уточнение методики оценки фильтрационно-емкостных свойств гранулярных и трещинных коллекторов.....	133
<b>Гасумов Р.А., Осадчая И.Л.</b>	
Регулирование технологических свойств тампонажных растворов.....	135
<b>Дядченко М.Н., Омельянюк М.В.</b>	
Проектирование доразработки газонефтяного месторождения Ключевое.....	138
<b>Махомендриков Д.А., Аладьев А.П., Пахлян И.А.</b>	
Проектирование доразработки Николаевского нефтяного месторождения....	140
<b>Нвизуг-Би Лейи Клуверт, Савенок О.В.</b>	
Битуминозная нефть Нигерии и лёгкая нефть Кубани: аналогичность их химического сдвига при применении <sup>13</sup> С ямр-спектроскопии.....	142
<b>Петрушин Е.О., Арутюнян А.С.</b>	
Осложнения в процессе эксплуатации скважин Талаканского месторождения.....	144
<b>Сюзев А.В., Новиков В.А., Слушкина А.Ю.</b>	
Разработка технологии комплексного химического воздействия на карбонатные коллектора.....	146
<b>Телков В.П., Круглов Д.С.</b>	
Модели расчета дебита горизонтальной скважины после проведения многостадийного гидравлического разрыва пласта.....	148

<b>Телков В.П., Мостаджеран М.Г.</b>	
Возможности полимерного заводнения для эффективного извлечения тяжелых высоковязких нефтей из пластов.....	150
<b>Федосеев М.А., Кольцова Э.М., Глебов М.Б.</b>	
Математическое моделирование интенсификации работы низкопродуктивных нефтяных скважин методом термогазохимического воздействия.....	152
<b>Хорьков Е.Е., Пахлян И.А.</b>	
Проектирование доразработки Левкинского нефтяного месторождения.....	154
<b>Шарнов А.И.</b>	
Постановка задач плоскорадиальной фильтрации в гетерогенном по проницаемости трещиновато-пористом пласте.....	156
<b>Шарнов А.И.</b>	
Комплексное моделирование системы разработки как основа парадигмы перехода к интеллектуальному месторождению.....	159
<b>Яковлев А.Л., Савенок О.В.</b>	
Анализ системы ППД на Хохряковском месторождении.....	161
<b>Секция 4. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА.....</b>	<b>163</b>
<b>Барыльник С.В., Сокольников С.В., Пахлян И.А.</b>	
Модернизация абсорберов Краснодарского ПХГ с применением структурированных насадок.....	163
<b>Барыльник С.В., Пахлян И.А., Ивлев М.В.</b>	
Усовершенствование системы сбора и подготовки газа для объектов ООО «ГАЗПРОМ ПХГ».....	165
<b>Воронин С.В., Омелянюк М.В.</b>	
Проектирование обустройства Восточно-Уренгойского лицензионного участка.....	167
<b>Мошева А.М., Хижняк Г.П.</b>	
Анализ аварийности системы нефтепромысловых трубопроводов (на примере группы месторождений Пермского края).....	169
<b>Омелянюк М.В., Стаканов Н.Г.</b>	
Очистка установок регенерации гликоля.....	171
<b>Омелянюк М.В., Стаканов Н.Г.</b>	
Очистка систем охлаждения компрессорных и силовых цилиндров газомотокомпрессоров.....	173
<b>Омелянюк М.В., Пахлян И.А., Бондаренко Л.Ю.</b>	
Энергосбережение при эксплуатации АВО газа.....	175
<b>Омелянюк М.В., Пахлян И.А., Бондаренко Л.Ю.</b>	
Повышение эффективности работы мультициклонных пылеуловителей.....	178
<b>Подосенов Б.Е., Хижняк Г.П.</b>	
Анализ инновационных инженерных решений для пуска-приема средств очистки и диагностики магистральных нефтепроводов.....	180
<b>Шостак Н.А., Запорожец Е.П.</b>	
Повышение эффективности предупреждения образования и ликвидации гидратов.....	182

<b>Секция 5. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ.....</b>	<b>184</b>
<b>Аюпова М., Арифжанова М., Усманова Г.</b>	
Разработка и исследование свойств ионитов для очистки сточных вод нефтегазовой промышленности.....	184
<b>Бунина О.А.</b>	
Инженерные изыскания на объектах нефтегазовой отрасли и их роль в реализации стратегии устойчивого развития и защиты окружающей среды.....	186
<b>Волков Н.В., Паврозин А.В.</b>	
Экологические аспекты современной нефтедобычи в России.....	188
<b>Голиус Д.А., Сумская О.А.</b>	
Проблема некачественного топлива.....	191
<b>Квашина А.М., Горovenko Л.А.</b>	
Анализ методов экологического мониторинга объектов нефтяной и газовой отрасли.....	193
<b>Коврига Е.В., Горovenko Л.А., Буцыленко И.Е.</b>	
Специфика экологического сопровождения проектирования разработки нефтяных месторождений.....	195
<b>Коврига Е.В., Карпов Н.Д.</b>	
Экологические риски нефтяной промышленности в Арктике.....	197
<b>Коврига Е.В., Куприченко А.Т.</b>	
Экологические проблемы Каспия.....	199
<b>Коврига Е.В., Паврозин А.В., Квашина А.М.</b>	
Экологические последствия нефтяных разливов.....	201
<b>Коврига Е.В., Палехин Д.О.</b>	
Влияние нефти и нефтепродуктов на окружающую среду.....	203
<b>Кузьмина Н.А., Горovenko Л.А.</b>	
Экологические изыскания при строительстве объектов нефтегазовой отрасли.....	205
<b>Кусов Г.В., Барамбонье Соланж, Савенок О.В.</b>	
Характеристика сточных пластовых вод как отходов нефтедобывающей отрасли.....	207
<b>Кушеева В.С., Остах С.В.</b>	
Экологические и технологические аспекты извлечения и утилизации техногенных залежей на объектах нефтедобычи.....	209
<b>Литовник Н.Н., Горovenko Л.А.</b>	
Экологические риски при добыче нефти и газа.....	212
<b>Ольховик О.П., Стадник В.С.</b>	
Экологические проблемы нефтегазового комплекса.....	214
<b>Остах С.В.</b>	
Специфика реабилитации загрязненных радионуклидами земель в районах нефтегазодобычи.....	216
<b>Остах С.В., Остах О.С., Ольховикова Н.Ю.</b>	
Геомикробиологическая диагностика фенолсодержащих сред в нефтегазовой отрасли.....	218

<b>Солодовников А.Ю., Солодовников Д.А.</b>	
К вопросу полноты изложения материалов по охране окружающей среды при составлении проектных документов по разработке месторождений углеводородного сырья.....	220
<b>Стадник С.В., Войнов А.В.</b>	
Сохранение экологии в акватории порта в процессе заправки судов.....	222
<b>Ульяновский В.Р., Паврозин А.В.</b>	
Воздействие на окружающую среду объектов нефтегазовой промышленности.....	224
<b>Шарнов А.И.</b>	
Взаимосвязь экологических и правовых проблем в нефтегазовом комплексе РФ.....	226
<b>Шпербер Е.Р., Шпербер Д.Р.</b>	
Использование донных отложений мазутных резервуаров в производстве рельсовой смазки.....	228
<b>Щербина А.Н., Горовенко Л.А., Коврига Е.В.</b>	
Проблемы влияния нефтедобывающей отрасли на окружающую среду.....	230
<b>Юсупов Ф.М., Гошматов Д.А., Байматова Г.А., Халилов С.У.</b>	
Промысловые песчано-нефтешламовые пропитки нефтеамбаров для нефтеминерализованной смеси.....	233
<b>Юсупова Л.Е.</b>	
Мероприятий по предотвращению разливов нефти и нефтепродуктов месторождения Узень.....	235
<b>Секция 6. ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ.....</b>	<b>237</b>
<b>Алабьев В.Р.</b>	
Нормализация тепловых условий в буровых галереях при добыче нефти термошахтным способом.....	237
<b>Алексашин С.А., Ливинская Е.Ю., Пахлян И.А.</b>	
Усовершенствование системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах нефтяной и газовой промышленности.....	239
<b>Алиев В.К., Мартынов Н.О.</b>	
Вопросы техники безопасности при одновременно-раздельной эксплуатации двух и более пластов в одной скважине.....	241
<b>Алиев В.К., Руденко В.В.</b>	
Исследование возможности обеспечения взрывозащиты газомоторного компрессора.....	243
<b>Архипов А.В.</b>	
Повышение эффективности управления системой промышленной безопасности для филиала ООО «ГАЗПРОМ ПХГ» «Краснодарское управление подземного хранения газа».....	245
<b>Берзон А.В., Рубежанская А.В., Омелянюк М.В.</b>	
Разработка мероприятий по охране окружающей среды для объекта строительства газовых скважин Восточно-Мессояхского месторождения.....	248
<b>Братухин А.В., Пахлян И.А.</b>	
Повышение эффективности производственного контроля на опасных производственных объектах нефтяной и газовой промышленности.....	250

<b>Глебова Е.В., Волохина А.Т., Погодаева А.Э.</b>	
Совершенствование методики управления рисками на объектах ТЭК с использованием оценки компетентности работников.....	252
<b>Горбунов В.В., Пахлян И.А.</b>	
Производственный контроль промышленной безопасности на предприятиях горной отрасли.....	254
<b>Демин В.И., Ломоносова Д.В.</b>	
Повышение электробезопасности при проведении геофизических исследований нефтяных и газовых скважин.....	256
<b>Крятова Г.А., Литовский А.П.</b>	
Микроэкономические аспекты экологической безопасности процессинга попутного нефтяного газа.....	258
<b>Крятова Г.А., Демьянко А.В.</b>	
Экономические аспекты квалифицированного процессинга попутного нефтяного газа и проблема экологической безопасности в нефтедобыче.....	260
<b>Крятова Г.А., Аладьев А.П.</b>	
Внешние экстерналии в нефтедобывающей отрасли как фактор экологической безопасности общества.....	262
<b>Крятова Г.А., Бельгесова Н.С.</b>	
Государственное регулирование процессинга попутного нефтяного газа как фактор экологической безопасности.....	264
<b>Петрухин А.А., Апенина О.А., Пахлян И.А.</b>	
Разработка мероприятия по промышленной безопасности и оценке риска для объекта строительства газовых скважин Восточно-Мессояхского месторождения.....	266
<b>Секция 7. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....</b>	<b>268</b>
<b>Байрамов А.М.</b>	
Потенциал энергоснабжения Северного Кавказа с использованием геотермальной энергии.....	268
<b>Белозерская Т.Ю.</b>	
Электроснабжение нефтегазовой отрасли.....	271
<b>Давыдов С.К., Алиев В.К., Зинченко О.И.</b>	
Вопросы электробезопасности при работе электровибробура.....	273
<b>Давыдов С.К., Затевков М.С.</b>	
Квазичастотный метод управления при плавном пуске асинхронных двигателей.....	275
<b>Давыдов С.К., Зинченко О.И.</b>	
Альтернатива элегазу или технологии энергетики, не наносящие ущерба окружающей среде.....	277
<b>Давыдов С.К., Косолапов П.А.</b>	
Развитие электронных устройств управления автомобилем и их влияние на автомобильный транспорт.....	279
<b>Дышкант Е.Е.</b>	
Интеллектуальная система мониторинга потерь электроэнергии в электрических сетях предприятий нефтегазовой отрасли.....	281

<b>Зинченко О.И., Трухан Д.А.</b>	
Электроэнергетика в нефтегазовой промышленности.....	283
<b>Зуева В.Н., Богатырёв И.Н.</b>	
Планирование оперативного баланса мощности энергосистемы предприятий нефтегазовой отрасли.....	285
<b>Зуева В.Н., Щедров Н.Э.</b>	
Построение OLAP кубов для систем прогнозирования энергопотребления предприятий нефтегазовой отрасли.....	287
<b>Зуева В.Н., Щедров Н.Э., Климов А.А.</b>	
Системы поддержки принятия решений в электроэнергетике.....	289
<b>Зуева В.Н., Щедров Н.Э., Стаценко И.Е.</b>	
Износ изоляции трансформаторов.....	291
<b>Зуева В.Н., Хворостянный Д.М.</b>	
Оптимальное распределение нагрузки электроэнергетической системы.....	294
<b>Карлов Д.Н., Сергеев В.А.</b>	
Применение энергии солнца в нефтегазовой отрасли.....	296
<b>Карлов Д.Н., Сергеев В.А.</b>	
Применение магнитогидродинамических генераторов в нефтегазовой промышленности.....	298
<b>Куськов В.С., Моногаров С.И.</b>	
Внедрение в нефтегазовый комплекс электростанций с конденсаторными аккумуляторами.....	300
<b>Самородов А.В., Ким В.А., Шаршак А.А.</b>	
Перспективы внедрения ветро-солнечных генераторов в электроснабжении локальных объектов нефтегазовой отрасли юга России.....	302
<b>Татинця А.А., Моногаров С.И.</b>	
Программа управления насосной пожаротушения в CODESYS.....	304
<b>Татинця А.А., Моногаров С.И.</b>	
Программа управления системой охлаждения в CODESYS.....	307
<b>Трухан Д.А., Орлов С.П.</b>	
Перспективы применения регулируемых электроприводных центробежных насосов.....	309
<b>Трухан Д.А., Орлов С.П.</b>	
Приоритетные направления энергосбережения в нефтегазовой отрасли.....	311
<b>Пахля И.А.</b>	
Итоги работы I Международной научно-практической конференции «Наука и технологии в нефтегазовом деле».....	314

**Приветствие Председателя оргкомитета  
участникам и гостям I Международной научно-практической  
конференции «Наука и технологии в нефтегазовом деле»**

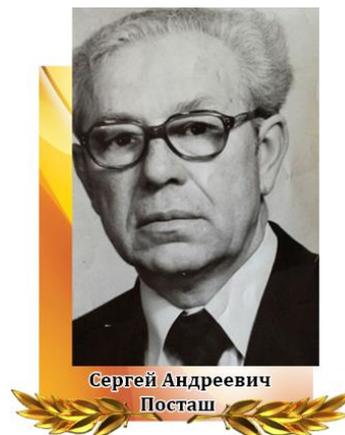
**Дорогие друзья!**

Кубанский государственный технологический университет – родоначальник высшего образования и науки Кубани – в 2018 году отмечает 100-летний юбилей. Филиал КубГТУ в г. Армавире – Армавирский механико-технологический институт – единственный государственный технический ВУЗ в юго-восточной части Краснодарского края, в 2019 году будет отмечать 60-летие со Дня основания. Четверть века назад на кафедре «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» Армавирского механико-технологического института, впервые в Краснодарском крае, была начата подготовка специалистов высшего звена для нефтегазовой отрасли России.

Кубань – «колыбель» нефтегазовой промышленности России. Именно здесь была пробурена первая скважина. В советское время кубанскими нефтяниками и газовиками обеспечивалась разработка месторождений Севера. В г. Армавире действовало Управление буровых работ, насчитывающее тысячи работников. Так сформировались предпосылки для создания кафедры, обеспечивающей подготовку высокопрофессиональных специалистов, востребованных предприятиями нефтегазовой отрасли.

Основатель кафедры – доктор технических наук, профессор, Заслуженный работник нефтяной и газовой промышленности РФ С.А. Посташ, работавший с 1956 г. по 1992 г. в Грозненском нефтяном институте им. академика М.Д. Миллионщикова. По его инициативе и непосредственном участии в АМТИ была создана выпускающая кафедра «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов», которую он возглавлял с 1993 г. Значительная работа по становлению и развитию материально-технической и учебной базы кафедры была проведена заведующими кафедрой д.т.н. С.А. Посташем, к.т.н. В.Н. Барыльником, к.т.н. В.В. Зябкиным, В.И. Косовым, к.т.н. А.С. Посташем, д.т.н. В.П. Родионовым, В.В. Набокиным.

Свой вклад внести предприятия нефтегазовой отрасли Краснодарского края: ООО «Армавирское управление буровых работ» (к.э.н. А.А. Ковалев), «Краснодарская станция подземного хранения газа» (А.Н. Черномащенко), ООО «РН-Краснодарнефтегаз» и многие другие.





***Заведующий кафедрой МОНПП  
канд. техн. наук, доц.  
М.В. Омелянюк***

Сегодня руководство кафедрой осуществляет ее выпускник, кандидат технических наук Максим Витальевич Омелянюк. В 2000 году, получив диплом инженера-механика с отличием, он начал трудовую деятельность в составе научно-творческого коллектива кафедры.

М.В. Омелянюк внес значительный вклад в становление партнерства с ведущими компаниями отрасли ПАО «Газпром» и ПАО «НК «Роснефть». Между университетом и профильными предприятиями было заключено около 200 договоров о стратегическом сотрудничестве, включающих прохождение студентами всех видов практик, выполнение финансируемых научно-исследовательских работ. Суммарный экономический эффект от внедрения разработок в производство превышает 100 млн. рублей.

Под руководством М.В. Омелянюка кафедра получила признание научной общественности на международном уровне. Ежегодно научно-педагогические работники принимают участие в международных конференциях, симпозиумах, выставках и салонах изобретений и инноваций.

В настоящее время учебный процесс по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» осуществляет высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав (доценты В.К. Алиев, Ю.П. Беловодский, А.А. Ладенко, И.А. Пахлян, А.И. Шарнов, Н.А. Шостак и др.), а также специалисты предприятий нефтегазовой отрасли (ООО «Газпром ПХГ»: А.В. Архипов, М.А. Енгибарян, Н.Г. Стаканов, О.Н. Халяпина, ООО «РН-Краснодарнефтегаз»: М.Н. Дядченко, Д.А. Махомендриков и др).

Учебно-материальная база кафедры для направления подготовки бакалавриата «Нефтегазовое дело» включает полигон нефтепромысловой техники и оборудования, лаборатории, оснащенные действующими установками и моделями, а также лабораторию виртуальных лабораторных работ.

***Участие преподавателей кафедры в работе  
международной конференции (делегация из  
INSTYTUT NAFTY I GAZU, Krakow (Польша)***



***Научно-исследовательская работа в лаборатории буровых и тампонажных растворов***

Действует лаборатория «Физики пласта», укомплектованная, благодаря сотрудничеству с ПАО НК «Роснефть», образцами горных пород и образцами пластовых флюидов.

С 2016 г. активно ведется работа по дополнительному профессиональному образованию: повышению квалификации и профессиональной переподготовке.

Разработаны и реализуются следующие программы переподготовки:

- «Нефтегазовое дело» (540 часов);
- «Проектирование, строительство, эксплуатация газотранспортных и газораспределительных систем» (540 часов);
- «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки» (540 часов);
- «Техносферная безопасность» (684 часа);
- «Управление персоналом в нефтегазовой отрасли» (540 часов);
- «Бурение нефтяных и газовых скважин» (540 часов);
- «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» (540 часов);
- «Государственное и муниципальное управление» (1008 часов);
- «Теплоэнергетика и теплоснабжение» (540 часов).

На кафедре есть собственная библиотека, фонд которой включает учебники, учебные пособия и монографии по нефтегазовой отрасли, переданные самими авторами – ведущими учеными: Д.Г. Антониади, А.И. Булатовым, Ю.М. Проселковым, В.Д. Мавромати, Е.П. Запорожцем, О.В. Савенок и др.

Организованы практическая подготовка, выполнение реальных курсовых и дипломных проектов на базе ведущих предприятий нефтегазовой отрасли Краснодарского края и России. Производственная и промысловая практики проводятся как на предприятиях Краснодарского и Ставропольского краев (ООО «Газпром добыча Краснодар», КУПХГ ПАО «Газпром», ООО «РН-Краснодарнефтегаз», ООО «РН-Сервис» и др.), так и на предприятиях Западной Сибири (ПАО «Газпром», ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Новатэк»; ООО «РН-Юганскнефтегаз», ООО «Новоуренгойская буровая компания», ООО «Газпром трансгаз Югорск», ООО «Газпром бурение»). На многие из этих предприятий студенты кафедры после прохождения практики получают приглашения на трудоустройство после окончания вуза.



*Прохождение практики на нефтяном месторождении Краснодарского края*



*Экскурсия студентов на объекты ПАО «Газпром»*

Научное направление кафедры - «Совершенствование процессов строительства, эксплуатации и ремонта скважин, техники и технологии оборудования транспорта и хранения углеводородного сырья».

Под руководством заведующего кафедрой М.В. Омелянюка творческий коллектив выполняет научные исследования струйных истечений жидкости, их использования в различных областях промышленности.

#### **Научно-исследовательская работа, выполняемая по заказу предприятий:**

– комплекс работ по ремонту артезианских скважин глубиной 30-500 м: видеообследование скважин; ловильные работы; ликвидация мест поступления песка; повышение дебита скважин; замена насосов, очистка водоподъемных труб; разработка рекомендаций по рациональной экономичной эксплуатации и обустройству скважин, защите подземных вод от истощения и загрязнения; дезинфекция скважин, водоподъемных труб, насосов, накопительных емкостей и трубопроводов хлорсодержащими соединениями;

– гидродинамическая очистка теплообменных аппаратов, котлов, бойлеров; трубопроводов; насосно-компрессорных труб и рабочих органов погружных электроцентробежных насосов; рубашек охлаждения компрессоров, внутренних полостей пылеуловителей; внутренних и наружных поверхностей аппаратов воздушного охлаждения газа, воды и др. агентов; пр. технологического оборудования;

– подводная водолазная очистка морских и речных портовых и гидротехнических сооружений, плавучих технических средств, конструкций гидротехнических сооружений от отложений, биологических обрастаний, продуктов коррозии;

- разработка, проектирование и изготовление нестандартного оборудования для гидродинамической и кавитационной очистки различного оборудования;
- составление заявочного материала для получения или переоформления лицензий: на недропользование для юридических и физических лиц; на осуществление вида деятельности: эксплуатация взрывопожароопасных и химически опасных производственных объектов I, II и III классов опасности.

Востребованные производителями разработки, ежегодная апробация результатов исследований и их внедрение в производство в различных регионах РФ обеспечивают эффективную связь кафедры с производством. За последние 5 лет только в Краснодарском крае реанимированы более 100 скважин хозяйственного и питьевого назначения, находящихся на балансе администраций поселений и иных хозяйствующих субъектов различных форм собственности.



*Глава МО город Армавир А.Ю. Харченко,  
доцент М.В. Омельянюк, председатель  
Городской Думы А.В. Поляков*



*Участие студентов в  
промышленной апробации  
разработанных технологий и  
устройств*

Научными результатами плодотворной связи кафедры с производством является активное внедрение разработок в нефтегазовой отрасли, получение патентов РФ на изобретения и полезные модели, продажа лицензий на объекты интеллектуальной собственности, получение преподавателями кафедры наград на международном уровне, ежегодные финансируемые НИОКР и, в целом, высокие показатели внебюджетной деятельности кафедры.

За последние пять лет получено более 30 охранных документов на объекты интеллектуальной собственности (патентов РФ на изобретения и полезные модели, свидетельств на программы для ЭВМ и базы данных). Научные разработки ученых кафедры (Омельянюк М.В., Пахляян И.А.), выполненные в соавторстве со студентами (Аладьев А.П., Каменюка А.И. и др.), отмечены 6 медалями престижных международных салонов инноваций и изобретений (Франция, Египет, Тунис, Россия и др.).

В 2016 г. кафедра МОНГП стала лидером среди всех кафедр КубГТУ по продаже лицензий на объекты интеллектуальной собственности (патенты и

свидетельства) для предприятий не только нефтегазового сектора экономики, но также смежных отраслей экономики: жилищно-коммунального хозяйства, строительства и др., что подтверждает актуальность и востребованность проводимых научных исследований.

Научные разработки преподавателей кафедры внедрены на предприятиях различных форм собственности Краснодарского, Ставропольского и Пермского краев, Волгоградской, Московской, Астраханской областей, Ханты-Мансийского автономного округа, Ямало-Ненецкого автономного округа, Республиках Калмыкия, Коми, Адыгея и др., а также за границей – в Республике Южная Осетия, Украине, Казахстане, Хорватии и др.

По результатам научно-исследовательской деятельности кафедры защищены 5 диссертаций (1 докторская, 4 кандидатские), издано более 30 монографий и учебных пособий, опубликовано более 200 статей в журналах, входящих в Перечень ВАК, наукометрические базы данных Web of Science, Scopus, РИНЦ.

Особое внимание на кафедре уделяется научно-исследовательской работе студентов как эффективному средству повышения качества профессиональной подготовки молодых специалистов в нефтегазовой отрасли.

Работает студенческое научное общество, участники которого выполняют аналитические и экспериментальные научные исследования, участвуют в промышленной апробации разработанных технологий и устройств. По результатам проведенных исследований студенты кафедры МОНПИ успешно участвуют во всероссийских и международных научных конференциях, выставках и салонах изобретений, являются авторами изобретений, статей, выполняют научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в рамках хозяйственных договоров.

Доброй традицией АМТИ стало регулярное проведение «Дней студенческой науки», всероссийских и международных симпозиумов и конференций.



***Участие студентов в ежегодных тренингах «День Роснефти»***



***Участие студентов в работе Международной конференции***

За особые заслуги в учебной и научной деятельности студенты поощряются дипломами АМТИ и КубГТУ, Повышенной стипендией КубГТУ; представлением к назначению именных стипендий Президента и Правительства Российской Федерации, администрации МО город Армавир, фондов поддержки талантливой молодежи, предприятий и организаций (ООО «РН-Краснодарнефтегаз», ООО «РН-Юганскнефтегаз»), а также денежными премиями.

Международная научно-практическая конференция по теме «Наука и технологии в нефтегазовом деле» проводится впервые. Ее основная задача – создание

авторитетной площадки, предоставляющей возможность студентам, аспирантам, преподавателям и производственникам презентовать результаты научной работы, заявить о себе, своих новых идеях и проектах, актуальных проблемах в отрасли, обменяться мнениями, установить перспективные деловые контакты.

Желаю всем участникам и гостям научно-практической конференции **«Наука и технологии в нефтегазовом деле»** успешной работы, плодотворных научных дискуссий, эффективного взаимодействия, и, конечно, новых открытий!

**С.А. ПОДГОРНЫЙ,**  
проректор по научной работе  
Кубанского государственного технологического  
университета, д-р техн. наук

## Секция 1

# МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**Председатель:** зав. кафедрой МОНГП АМТИ, канд. техн. наук, доц.

М.В. Омелянюк.

**Ученый секретарь:** канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ В.К. Алиев

---

## Section 1

# MACHINES AND EQUIPMENT OF OIL AND GAS MANUFACTURING

**Chairperson:** head of the chair MEOGF (Machines and Equipment for Oil and Gas Fields) AMTI, candidate of technical sciences, associate professor M.V. Omelyanyuk.

**Scientific Secretary:** candidate of technical sciences, associate professor of MEOGF chair AMTI V.K. Aliyev.

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ЩЕЛОЧНЫХ ВОД РЕКТИФИКАЦИИ БЕНЗОЛА

О.А. Алексанян<sup>1</sup>, А.А. Нугманова<sup>2</sup>

1) магистрант кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «АГТУ», г. Астрахань, Россия, albert909@yandex.ru

2) магистрант кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «АГТУ», г. Астрахань, Россия, albert909@yandex.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрена целесообразность дальнейшей переработки по обезвоживанию щелочных вод ректификации бензола. Предложена сушка щелочных вод ректификации бензола во вспененном состоянии, приведены результаты экспериментально-аналитического изучения кинетики обезвоживания, даны рекомендации по выбору рациональных режимных параметров процесса.

**Ключевые слова:** технология ректификации бензола, поверхностно-активные вещества, сушка во вспененном состоянии, эксперимент, аппроксимирующие уравнения.

## INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF DEHYDRATION OF ALKALINE WATER OF BENZENE RECTIFICATION

Oksana A.Aleksanyan<sup>1</sup>, Adelina A.Nugmanova<sup>2</sup>

1) the student in the master`s programme of the Department of Technological Machines and Equipment, Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Astrakhan State Technical University», city of Astrakhan, Russia, albert909@yandex.ru

2) the student in the master`s programme of the Department of Technological Machines and Equipment, Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Astrakhan State Technical University», city of Astrakhan, Russia, albert909@yandex.ru

**Abstract:** the expediency of further processing on dehydration of alkaline waters of benzene distillation is considered in the article. The drying of alkaline waters of benzene rectification in a foamed state is proposed, the results of an experimental analytical study of

the dehydration kinetics are given, recommendations for the choice of rational process parameters of the process are given.

**Key words:** technology of benzene rectification, surfactants, drying in foamed state, experiment, approximating equations.

Кислые смолки ректификации бензола сходны по компонентному содержанию для большинства существующих технологических линий, и включают большое количество сульфатных поверхностно активных соединений. Участки по ректификации бензола и переработке смол создают на всех коксохимических предприятиях, неликвидными отходами которых являются щелочные воды ректификации бензола (ЩВРБ), имеющие очень низкое значение поверхностного натяжения, вследствие присутствия поверхностно активных фенолов, сульфосоединений, оснований, солей и т. п.

При ректификации бензола, образуются кубовый остаток, являющийся композицией негидратированных ароматических углеводов, требующий утилизации. Благодаря малой себестоимости, относительно простому синтезу и химической стабильности и другим свойствам, ЩВРБ на сегодняшний день, являются востребованным поверхностно-активным веществом (ПАВ, широко используемым в нефтегазодобывающей отрасли и нефтехимии).

Для хранения, транспортировки и удобства использования целесообразно получать ЩВРБ в сухом виде. Обычно используется для этой цели распылительная сушка, которая, однако, сопряжена с ростом удельных габаритных размеров и энергоемкости агрегатов, необходимостью дополнительного оборудования для аспирации и пылеулавливания загрязнением внутренней поверхности сушилки и сложности узлов диспергирования.

Вследствие того, что ЩВРБ является ПАВ, для него перспективна сушка во вспененном состоянии. Выбор рациональных режимных параметров процесса обезвоживания возможен на основе результатов экспериментально-аналитического изучения кинетики сушки пен ЩВРБ при ИК-энергоподводе, которые получены на оригинальной опытной установке (рис. 1).

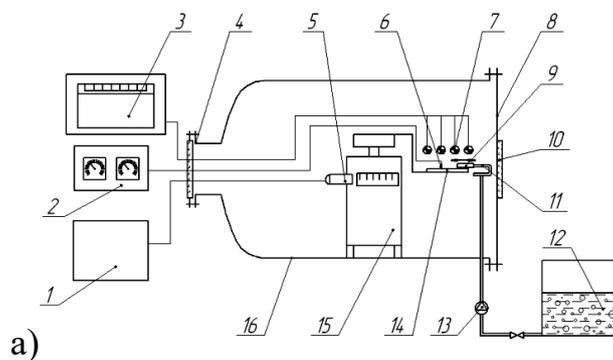


Рис. 1. а) схема экспериментальной установки для изучения процесса ИК сушки ЩВРБ во вспененном состоянии: 1 – ПК; 2 – щит управления; 3 – КСП-4; 4 – фланец; 5 – видеокамера; 6 – термopара; 7 – панель ИК излучателей; 8 – крышка; 9 – насадка; 10 – смотровое окно; 11 – устройство для нанесения штранга пены на подложку; 12 – расходный бак исходного продукта (пены); 13 – насос для подачи вспененного продукта; 14 – подложка; 15 – весы; 16 – обечайка; б) общий вид.

Для получения кинетических закономерностей сушки, использовались ЩВРБ, диспергированные до максимально возможной кратности пены и распределяемые на подложке в виде штрангов.

Варьируемыми факторами, определяющими скорость влагоудаления из ЩВРБ, являются: исходный диаметр пеноштранга  $d_n$ , мм; плотность падающего потока ИК излучения  $E_p$ , кВт/м<sup>2</sup>; начальное содержание влаги  $w_n$ , кг/кг. Диапазоны изменения факторов ( $w_n = 0,5 \dots 0,6$  кг/кг,  $E_p = 2,92 \dots 3,23$  кВт/м<sup>2</sup>,  $d_n = 3 \dots 6$  мм) установлены с учетом технологических и технического ограничений [6]. Целевой функцией является удельный выход продукта с единицы площади рабочей поверхности в единицу времени  $Y$ , кг/(м<sup>2</sup>·ч).

Опыты проводились при трех повторностях с относительной погрешностью измерений  $Y$  не более 9 %.

Получены аппроксимирующие уравнения зависимости  $Y$  от влияющих факторов:

- при  $w_n = 0,5$  кг/кг

- при  $w_n = 0,6$  кг/кг

При  $w_n = 0,5$  кг/кг пеноструктура имеет максимум  $S_{y0}$ , что приводит к интенсификации тепло- и массопереноса в процессе обезвоживания и росту  $Y$  при снижении  $w_n$ . Экстремум  $Y = f(d_n)$  появляется из-за взаимного влияния 2-х факторов: рост скорости процесса при снижении  $d_n$  и повышение  $Y$  при росте удельной массы ЩВРБ. Увеличение  $d_n$  более 4 мм резко снижает эффект объемного подвода лучистой энергии, так как слой переходит из оптически тонкого в оптически бесконечный, кроме того рост сопротивления внутреннего влагопереноса ведет к резкому спаду скорости процесса. Вследствие чего рациональная пограничная величина  $d_n = 4$  для исключения поверхностного подгорания штранга при влажной сердцевине.

По сравнению с распылительной сушкой удельный выход готового продукта в 3 раза выше при ИК-сушке и составил  $Y \approx 24$  кг/(м<sup>3</sup>·ч) при снижении затрат энергии на 20 %.

Таким образом, в работе обоснован выбор рационального способа сушки ЩВРБ и определены режимные параметры обезвоживания:  $C_n = 0,5$  кг/кг,  $E_p = 3,23$  кВт/м<sup>2</sup>,  $d_n = 4$  мм.

## ОЦЕНКА БЕЗОТКАЗНОСТИ СИСТЕМ, СОСТОЯЩИХ ИЗ РАБОЧИХ И РЕЗЕРВНЫХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК

С.Г. Бабаев<sup>1)</sup>, З.А. Курбанов<sup>2)</sup>

1) д-р техн. наук, проф. зав. кафедрой «Технологии нефтепромыслового машиностроения» Азербайджанской государственной нефтяной академии, Азербайджан, г. Баку, Blabaev.c@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры «Технологии нефтепромыслового машиностроения» Азербайджанской государственной нефтяной академии, Азербайджан, г. Баку, Kurbanov.ZA@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализирована оценка безотказности систем, состоящих из рабочих и резервных насосных установок. Анализ приведенных результатов показывает, что при  $P(t_0) \geq 0,88$  вероятность работы системы не обеспечивается. Работа системы насосных установок обеспечивается при  $P(t_0) = 0,9860$ .

**Ключевые слова:** насосные установки, манифольд, схема, резерв, отказ, задвижки, система.

## RELIABILITY ASSESSMENT OF SYSTEMS CONSISTING OF WORKING AND RESERVE PETROLEUM PUMPING EQUIPMENT

S.G. Babayev<sup>1)</sup>, Z.A. Kurbanov<sup>2)</sup>

1) Doctor of Technical Sciences, Professor, head of the Department of Oilfield Engineering Technologies of the Azerbaijan State Oil Academy, Azerbaijan, city of Baku, Blabaev.c@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Oilfield Engineering Technology of the Azerbaijan State Oil Academy, Azerbaijan Mr.Baku, Kurbanov.ZA@mail.ru

**Abstract:** the article analyzes the reliability assessment of systems consisting of working and reserve pumping units. An analysis of these results shows that when  $P(t_0) \geq 0.88$ , the probability of the system running is carried. The operation of the system of pumping plants is provided at  $P(t_0) = 0.9860$ .

**Key words:** pump installations, manifold, circuit, reserve, failure, latches, system.

Технологические системы, содержащие рабочие насосные установки, по характеру функциональной связи с манифольдом можно представить в виде структурной схемы с последовательным соединением в смысле надежности, так как отказ хотя бы одной рабочей насосной установки приводит к параметрическому отказу всей системы (из-за падения подачи и давления нагнетания) и требует включения в работу резервной насосной установки. Причем, данная система состоит из невосстанавливаемых в период выполнения поставленной задачи элементов (насосных установок) и в ней наиболее применимо скользящее резервирование замещением.

Расчет надежности систем с последовательным соединением элементов основывается на допущении о том, что распределения наработок до отказа отдельных элементов являются экспоненциальными, т.е. процесс функционирования системы удовлетворяет одновременно условиям ординарности, стационарности и отсутствия последствия. Ординарность потока отказов означает, что вероятность появления двух и более отказов в один и тот же момент времени ничтожно мала. Стационарность потока отказов означает, что вероятность возникновения некоторого числа отказов за

интервал времени длительностью  $t$  зависит только от длительности этого интервала. Отсутствие последствия в потоке отказов означает, что вероятность наступления некоторого числа отказов в течение промежутка времени  $(t, t + \Delta t)$  не зависит от того, сколько и как появлялись отказы до момента времени  $t$ .

Условие ординарности потока отказов нефтепромысловых насосов в большинстве случаев выполняется, так как отказ одновременно нескольких деталей является, как правило, следствием отказа какой-либо одной детали, и это событие можно рассматривать как один отказ.

Отказавшие нефтепромысловые насосные установки в последующем, после завершения операции на данной точке, подвергаются восстановительным работам - необходимому текущему или агрегатно-узловому ремонту [1].

Теория общего и поэтапного резервирования достаточно полно рассмотрена в специальной литературе. Получены формулы для вычисления характеристик надежности резервированных систем и решены ряд специальных задач резервирования. Выведенные зависимости позволяют рассчитывать характеристики любой сложной резервированной системы при различных законах распределения времени безотказной работы элементов, входящих в эту систему [2].

Учитывая, что для нефтепромысловых насосов наиболее характерны внезапные отказы гидравлической части и по этой причине для них справедлив экспоненциальный закон надежности, сделаем следующие допущения:

- 1) все нефтепромысловые насосы, в том числе и резервные, равнонадежны;
- 2) резервные насосы начинают «расходовать» безотказность только с момента включения их вместо отказавших;
- 3) переключающие устройства (задвижки) имеют весьма высокую безотказность.

Первое допущение означает, что рассматриваемая система состоит из однотипных нефтепромысловых насосов. Такое допущение справедливо, так как насосные установки комплектуются насосами одной и той же гидравлической мощности.

Второе допущение означает, что в данном случае имеет место резервирование замещением с ненагруженным состоянием резерва.

Третье допущение условно, так как абсолютно надежных переключающих устройств не существует.

Однако такое допущение может быть принято в связи с тем, что надежность переключающих устройств (задвижек) многократно выше надежности применяемых насосов высокого давления.

С учетом приведенной в работе [3] классификации отказов и оптимальных значений вероятности безотказной работы по классам надежности, отказы основного оборудования по перечисленным операциям подземного ремонта скважин можно отнести к III классу надежности с последствиями: «Длительные простои; значительный материальный и экологический ущерб».

Для этого класса надежности на период выполнения указанных операций принято оптимальное значение вероятности безотказной работы -  $p(t_0) > 0,98$ .

#### **Список использованных источников**

1. Ахмедов А.С. Исследование и оценка эксплуатационной надежности насосных установок: тематический сборник научных трудов/АЗИНЕФТЕХИМ.
2. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Краткий справочник по расчету надежности радиоэлектронной аппаратуры. - М.: Сов. Радио, 1966. - 432 с.
3. Алиев В.К. Надежность бурового и нефтепромыслового оборудования с точки

зрения окружающей среды: учеб. пособие / Кубан. гос. технол. ун-т. - Краснодар: Изд. КубГТУ, 2009. - 143 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ПРОФИЛЯ «МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ ПРОМЫСЛОВ»

М.Л. Галимуллин<sup>1)</sup>, Л.З. Зайнагалина<sup>2)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры НПО (филиала) ФГБОУ ВО УГНТУ,  
г. Октябрьский, Россия, npmo@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры НПО (филиала) ФГБОУ ВО УГНТУ,  
г. Октябрьский, Россия, zlz11@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена необходимости более сбалансированного совмещения теории и практики в системе подготовки студентов профиля «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов».

**Ключевые слова:** производственная практика, мультимедиа в учебном процессе, повышение качества подготовки выпускников.

## THE VALUE OF COMBINING THEORY AND PRACTICE IN THE TRAINING OF STUDENTS OF UFA STATE PETROLEUM TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

Minivaris L. Galimullin<sup>1)</sup>, Liaisan.Z. Zainagalina<sup>2)</sup>

1) Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor of the Department of Oil and Gas Field Machines and Equipment, Ufa State Petroleum Technological University, Branch of the University in the City of Oktyabrskiy, Russian Federation, npmo@mail.ru

2) Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor of the Department of Oil and Gas Field Machines and Equipment, Ufa State Petroleum Technological University, Branch of the University in the City of Oktyabrskiy, Russian Federation, zlz11@mail.ru

**Abstract:** the article focuses on the need for a more balanced combination of theory and practice in the training of students of the profile "Machines and equipment of oil and gas fields." Recommendations to improve the effectiveness of the educational process at studying of disciplines "Physical basis of fracture of constructional materials" and "Physical fundamentals of the fracture of gas equipment" are given.

**Keywords:** manufacturing practice, multimedia in the educational process, improvement of quality of preparation of graduates.

Дисциплины «Физические основы разрушения конструкционных материалов» и «Физические основы разрушения нефтегазопромыслового оборудования» являются одними из основных дисциплин для студентов, обучающихся по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов». Необходимость глубоких знаний данных дисциплин заключается в том, что в своей производственной деятельности выпускники будут решать вопросы, которые актуальны для всей нефтяной отрасли, а именно:

- поддержание в технически исправном состоянии всего нефтепромыслового оборудования;
- выявление причин износа и разрушения деталей, узлов и в целом НПО;
- увеличение надежности, срока службы НПО, снижение затрат на ремонт и обслуживание.

Для решения этих задач необходимо тесно, во едино, связать теорию и практику, как это делается в передовых отраслях промышленности. Надо отметить то, что в УГНТУ на достаточновысоком уровне дается студентам теоретическая часть, то этого нельзя сказать про вторую часть - практическую. В настоящее время будущий выпускник во время прохождения производственной практики выступает в роли наблюдателя, что недостаточно для закрепления знаний, полученных в университете [1].

Глубокие теоретические знания в области конструкционных материалов, теоретической механики, сопротивления материалов, термической и термохимической обработки металлов, технологии металлов, технологии ремонта нефтепромыслового оборудования (НПО), полимерных материалов и плюс практические навыки будущего выпускника на передовых ремонтных, сервисных предприятиях нефтяного профиля (для города Октябрьского в таких предприятиях как: ООО ОЗНПО, ОАО ОЗНА, ПРЦНО, ПРЦЭПУ, ОУТТ, КРС, ЦРБО и т.д.) - позволят подготовить выпускников способных решать самые актуальные задачи в нефтяной отрасли [2].

Для повышения качества подготовки выпускников, его эффективности необходимо в процессе обучения передовым технологиям ремонта и продления срока службы деталей и узлов и в целом оборудования использовать мультимедиа [4]. Доступным для решения вопроса повышения образовательного уровня у студентов является изучение материалов проводимых ежегодно Международных выставок достижений в нефтегазовой отрасли (например, Нефть и газ 2017).

В целях повышения эффективности изучения курса применима система изучения методом комплексного подхода к детали НПО или узлу. Комплексный подход к изучению позволяет довести до студента все существующие сегодня проблемы с данной деталью или узлом НПО и далее изучение продолжается заданием подобной детали для самостоятельного изучения и отчета в виде реферата [3], [5].

#### **Список использованных источников**

1. Повышение профессиональной компетентности выпускника профиля «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» направления 151000 [Текст] / Р.И. Сулейманов, М.С. Габдрахимов, Л.М. Зарипова, Л.З. Зайнагилина // Актуальные вопросы инженерного образования: компетентностная модель выпускника – 2014: сборник научных трудов (Октябрьский, 13 декабря 2014 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – С. 184-189.

2. Разработка тестовых заданий для измерения и оценки профессиональных компетенций студентов [Текст] / М.С. Габдрахимов, Л.З. Зайнагилина, В.А. Петров, Л.В. Петрова, Р.И. Сулейманов // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: АльфаПринт, 2016. – С. 83-87.

3. Зайнагилина Л.З., Петрова Л.В. Особенности реализации балльно-рейтинговой системы [Текст] // Актуальные вопросы инженерного образования: компетентностная модель выпускника – 2014: сборник научных трудов / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – С. 39-41.

4. Петрова Л.В., Сулейманов Р.И., Зайнагилина Л.З. Современный подход к учебно-методической работе в техническом университете [Текст] // Современные технологии подготовки кадров и повышения квалификации специалистов нефтегазового производства: тезисы Международной научно-практической конференции (Самара, Россия, 14-15 октября 2014 г.) / отв. ред. В.К. Тян. – Самара: Изд-во СамГТУ, 2014. – С. 29.

5. Сулейманов Р.И., Петрова Л.В., Зайнагилина Л.З. Основные цели организации балльно-рейтинговой системы в учебном процессе [Текст] // Современные технологии подготовки кадров и повышения квалификации специалистов нефтегазового производства: тезисы Международной научно-практической конференции (Самара, Россия, 14-15 октября 2014 г.) / отв. ред. В.К. Тян. – Самара: Изд-во СамГТУ, 2014. – С. 30.

## ОСНАЩЕНИЕ ТОПЛИВНО-ЗАПРАВОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ НЕФТЕБАЗЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОРИОЛИСОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ

А.Р. Гитинов<sup>1)</sup>, А.С. Меликян<sup>2)</sup>, И.А. Пахлян<sup>3)</sup>

1) студент кафедры МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ»,  
г. Армавир, Россия;

2) директор ООО «Главнефтеснаб» г. Армавир, Россия;

3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО  
«КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** выполнено проектирование реконструкции и перевооружения системы нефтеснабжения г. Руза, а именно разработка и усовершенствование узла автоматического налива нефтепродуктов.

**Ключевые слова:** нефтебаза, расходомер, автоматический налив, топливно-заправочный комплекс, технология строительства

## EQUIPMENT OF FUEL COMPLEXES OF OIL-BASE WITH USING CORIOLIS FLOWMETERS

A.R. Gitinov<sup>1)</sup>, A.S. Melikyan<sup>2)</sup> I.A.Pakhlyan<sup>3)</sup>

1) the student of the Department of Machines and equipment for oil and gas fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

2) director of «Glavneftesnab» LLC, Armavir, Russia

3) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** designing of reconstruction and re-equipment of the system for automation of oil product parameters measurements at the Ruza oil terminal.

**Keywords:** tank farm, flowmeter, automatic filling, fuel-filling complex, construction technology.

Нефтебаза представляет собой комплекс технических сооружений, предназначенных для приема, отпуска и хранения нефти или нефтепродуктов.

Поскольку нефть и нефтепродукты в основном представляют собой жидкости, часто содержащие легкоиспаряющиеся фракции, все системы нефтебаз, предназначенных для проведения с ними основных операций (прием, отпуск и др.).

Топливо заправочный комплекс для нефтепродуктов представляет с собой единый автоматизированный комплекс узлов и агрегатов, используемых для дозированного налива горючего в железнодорожные цистерны, автотопливозаправщики, резервуарный парк, наливные суда.

Цель данной работы – автоматизация измерений параметров нефтепродуктов, при отпуске в автоцистерны на нефтебазе «Руза».

В работе рассматривались три варианта технического перевооружения системы автоматического налива. В результате анализа преимуществ и недостатков всех вариантов был выбран вариант с установкой и подключением «ТЗК» производства ООО «ГНС».

Топливозаправочный комплекс ТЗК является средством измерения и предназначен для коммерческого учета и отпуска нефтепродуктов в единицах объема или массы, с использованием автоматизированной системы управления операциями учета приема и отпуска нефтепродуктов.

Топливозаправочный комплекс ТЗК эксплуатируется во взрывоопасной зоне класса В-1г, в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), в которой могут образовываться смеси категорий и групп 11АТЗ и 11В ТЗ по ГОСТ 12.1.011-78.

Комплекс ТЗК может использоваться как узел коммерческого учета и отпуска нефтепродуктов, а также как установка для перекачки нефтепродуктов при выдаче в авто- и ж/д цистерны, с вязкостью топлива от 0,55 до 60,0 мм<sup>2</sup>/с (сСт).

В топливозаправочных комплексах ТЗК применена измерительная линейка - гидравлический клапан, счетчик жидкости, фильтр-газоотделитель комплектующие фирмы «НЕФА» (Чехия), имеющей огромный опыт (60 лет) в производстве оборудования для отпуска и учета нефтепродуктов, что позволяет ТЗК отвечать современным мировым требованиям по точности, надежности, экологичности, взрыво- и пожаробезопасности.

Комплекс может эксплуатироваться:

- во взрывоопасной зоне класса В-1г, в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), в которой могут образовываться смеси категорий и групп 11АТЗ и 11ВТЗ по ГОСТ 12.1.011-78;

- с интервалом рабочих температур окружающего воздуха от минус 55 °С до плюс 50°С;

- при относительной влажности воздуха от 30 % до 100 %;

- при атмосферном давлении от 84 кПа до 106,7 кПа;

- в рабочем диапазоне температур выдаваемого топлива: для бензина от минус 40°С до плюс 35°С, для дизельного топлива от минус 40 °С до плюс 50 °С

Топливозаправочный комплекс ТЗК благодаря своей конструкции позволяет:

- осуществлять коммерческий учет нефтепродуктов с относительной погрешностью не более ±0,15 %, а также производить перекачку нефтепродуктов;

- работать в широком диапазоне кинематической вязкости (0,55-60 сСт) без перенастройки счетчика;

- использовать электронасосный агрегат различного типа (самовсасывающий, не самовсасывающий) и располагать его на раме комплекса или в насосной станции, в зависимости от технических условий на объекте, либо требований заказчика;

- при плавности и мягкости работы полностью исключить гидроудар и вибрации;

- осуществлять фильтрацию топлива без замены фильтрующего элемента в течение всего срока эксплуатации установки;

- иметь несколько степеней защиты, при которых происходит аварийное отключение

- совмещение и сочетание с любым наливным стояком верхнего налива нефтепродуктов, заправочными консолями для верхнего и нижнего налива, а также совмещенной системой нижнего и верхнего налива нефтепродуктов, при выдаче в авто- и ж/д цистерны, осуществлять управление комплексом, как от пульта дистанционного управления, так и компьютера (с использованием любой автоматизированной системы

управления операциями учета приема и отпуска нефтепродуктов) избежать специальных инженерных решений по установке и креплению на площадки налива (островки, эстакады), либо за их пределами.

Измерительный комплекс представляет собой собранный на общей раме единый блок, включающий фильтр-газоотделитель, насосный агрегат, массовый расходомер и двухпозиционный электроуправляемый клапан.

#### Список использованных источников

1. Тугунов П.И., Новоселов В.Ф., Коршак А.А. Типовые расчеты по проектированию и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учеб. пособие для вузов.

2. Пахлян И.А., Руденко В.В., Сероштанов А.А. Оснащение автоматической системы налива нефтепродуктов с применением массовых расходомеров // Тезисы докладов 71-ой Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2017». 2017. С.108.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНО-ЭЖЕКТОРНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

Я.А. Горбылева<sup>1)</sup>

1) студентка кафедры РиЭНМ ФБГОУ ВО РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва, Россия, [yana\\_gorbyleva@mail.ru](mailto:yana_gorbyleva@mail.ru), +7 (917) 591-03-91.

**Аннотация:** в работе рассмотрено влияние свойств газожидкостной смеси на характеристики насосно-эжекторных систем, применяющихся в добыче нефти.

**Ключевые слова:** водогазовое воздействие, насосно-эжекторная система, эжектор, газожидкостная смесь.

### RESEARCH OF CHARACTERISTICS OF PUMP – EJECTOR SYSTEMS FOR WATER-ALTERNATED-GAS INJECTION

Y.A. Gorbyleva<sup>1)</sup>

1) the student of the Department of Oilfield Development and Operation, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)”, city of Moscow, Russia, [yana\\_gorbyleva@mail.ru](mailto:yana_gorbyleva@mail.ru).

**Abstract:** the article considers influence of the properties of the liquid-gas mixture on the characteristics of the pump-ejector systems used in oil production.

**Key words:** water-alternated-gas injection, pump-ejector systems, ejector, liquid-gas mixture.

На сегодняшний день одним из перспективных направлений в добыче нефти является водогазовое воздействие на пласт (WAG injection), применяемое для повышения КИН. Интерес к данной технологии связан с тем, что эффект от её применения складывается из сочетания двух методов добычи нефти, таких как заводнение и закачки углеводородного газа. Так же водогазовое воздействие позволяет использовать добываемый с нефтью попутный газ, что является несомненным преимуществом данного метода.

Существуют различные способы реализации технологии водогазового воздействия: попеременная закачка воды и газа, одновременная или последовательная. Эффективность от применения технологии водогазового воздействия зависит от: фильтрационно-емкостных свойств пласта, соотношения вязкости нефти и вытесняемого агента (газожидкостной смеси), а также от свойств движущейся газожидкостной смеси.

Свойства газожидкостной смеси во многом влияют на эффективность технологических процессов. Закачка неустойчивой жидкости с пузырьками отрицательно влияет на работу центробежных насосов, насосно-эжекторных систем, а также увеличивает гидродинамические потери.

Использование устойчивой газожидкостной смеси позволит повысить эффективность процесса добычи нефти.

Устойчивость водогазовой смеси создается за счет подавления возможной коалесценции газовых пузырьков, что приводит к улучшению работы центробежных насосов и насосно-эжекторных систем в целом. Этот эффект достигается за счет снижения возможного слияния пузырьков газа в большие газовые каверны, что не приводит к расслоению смеси. Неподавление коалесценции пузырьков достаточно сильным образом отражается на характеристиках центробежного насоса.

Использование в технологии добычи нефти насосно-эжекторных систем дает возможность готовить на поверхности водогазовую смесь и закачивать ее в пласт с помощью простого в обслуживании, но очень надежного и эффективного оборудования, которое может успешно эксплуатироваться в промысловых условиях.

В рамках данной работы были проведены исследования на экспериментальной установке, моделирующей гидродинамические процессы в водогазовых смесях. Эффект от подавления коалесценции рассматривался для различных расходов газа сквозь колонку с жидкостью.

Так же в работе получены характеристики для многоступенчатых насосов, аналогичных ЭЦН, и для эжекторов при откачке газа струёй жидкости.

Испытания проводились на стенде-макете насосно-эжекторной системы предназначен для исследования характеристик модельных эжекторов, многоступенчатых центробежных насосов и насосно-эжекторных систем на водогазовых смесях с использованием в качестве жидкости пресной воды и водных растворов солей-электролитов, а в качестве газа - воздуха.

### **Список использованных источников**

1. Степанова Г.С. Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты. – М.: Газоил пресс, 2006. – 200 с.
2. Дроздов А.Н. 2008. Технология и техника добычи нефти погружными насосами в осложнённых условиях. - М.: МАКС пресс: 312.
3. Дроздов А.Н., Дроздов Н.А., Бункин Н.Ф., Козлов В.А. Исследование подавления коалесценции газовых пузырьков в жидкости для применения в

технологиях добычи нефти и утилизации попутного газа. - SPE-187741-RU. Российская нефтегазовая техническая конференции SPE, 2017, Москва, Россия.

4. Вербицкий В.С., Горидько К.А., Федоров А.Э., Дроздов А.Н. Исследование характеристик электроцентробежного насоса с эжектором на входе при откачке газожидкостных смесей // Нефтяное хозяйство. - 2016. - № 9. - С. 106-109.

5. Дроздов Н.А. Исследование водогазового воздействия на пласт // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 11. – С. 80–83.

6. Дроздов А.Н., Красильников И.А., Вербицкий В.С. и др. Исследование характеристик насосно-эжекторных систем для водогазового воздействия на пласт // Территория НЕФТЕГАЗ. – 2008. - № 2. - С. 60-63.

7. Дроздов А.Н., Дроздов Н.А. Простые решения сложных проблем при водогазовом воздействии на пласт // Бурение и нефть. – 2017. - № 3. – С. 43-46.

### **ОЦЕНКА ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПОГРУЖНЫЕ И ПОДВОДНЫЕ МНГС В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА** **Ч.С. Гусейнов<sup>1)</sup>, В.Б. Хазеев<sup>2)</sup>**

1) д-р техн. наук, проф. кафедры АПС РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва;

2) выпускник кафедры АПС РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, hazvad@mail.ru

**Аннотация:** в работе определены и рассчитаны силы воздействия окружающей среды на подводное сооружение на глубинах примерно 100 метров ниже паковых ледовых полей на традиционную ППБУ типа Пентагон-88 и платформу новой конструкции. На основе этих расчетов сделан вывод о преимуществах разработки морских нефтегазовых сооружений с подводных плавучих сооружений.

**Ключевые слова:** МНГС, арктический шельф, волновая нагрузка, ледовые образования.

### **ESTIMATION OF ENVIRONMENTAL LOADS ON UNDERWATER AND FLOATING PLATFORMS IN ARCTIC SHELF CONDITIONS** **Ch.S. Guseynov<sup>1)</sup>, V.B. Khazeev<sup>2)</sup>**

1) Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automation of Design of Structure, Gubkin Russian State University of Oil & Gas, Russia, Moscow;

2) the graduate of the Department of Automation of Design of Structure, Gubkin Russian State University of Oil & Gas, Russia, Moscow, hazvad@mail.ru

**Abstract:** authors compare environmental loads on newly proposed underwater platform as well as conventional semisubmersible rig. Based on calculation results a conclusion is made on advantages of underwater platforms implementation.

**Key words:** offshore platforms, Arctic shelf, wave loads, ice formations.

В связи с истощением залежей нефти и газа в легкодоступных районах суши и прибрежной зоны, возросла роль добычи нефти и газа в акваториях морей и океанов с суровыми природно-климатическими условиями, что потребует внедрения новых конструктивных решений, материалов и технологий производства. Ввиду стратегической важности сырьевой базы региона Арктического шельфа, российским компаниям предстоит вести самостоятельные разработки месторождений в

сверхсложных условиях. Исследование проведено с целью сопоставления внешних сил и воздействий на традиционную ППБУ типа Пентагон-88 и подводную МНГС новой конструкции [1] для условий Баренцева моря.

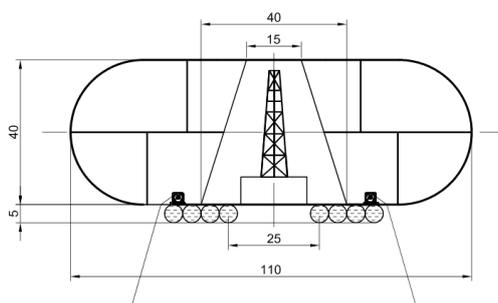


Рис. 1. Габаритные размеры подводной МНГС

Ниже в таблице 1 определена парусность предлагаемых сооружения (ППБУ Пентагон-88 и [4]), что позволило рассчитать значения воздействий на эти сооружения, представленные в таблице 2. При этом необходимо отметить, что габариты предлагаемого подводного плавучего сооружений приняты подобными традиционным полупогружным буровым установкам с учётом того, что на них будет осуществляться полный технологический комплекс подготовки пластовой продукции к вывозу в подводном танкерном исполнении [5-7]. Из проведенного анализа можно сделать вывод, что подводное размещение платформы в условиях арктического шельфа дает очевидное преимущество с точки зрения внешних нагрузок и воздействий.

Т а б л и ц а 1

Сравнение площадей парусности

Тип сооружения	Подводная площадь парусности, м <sup>2</sup>	Надводная площадь парусности, м <sup>2</sup>
ППБУ Пентагон-88	1752	2605
Подводное МНГС	7410	-

В условиях благоприятных климатических условий подводное положение МНГС позволит снизить внешние воздействия более чем в 3 раза, при неблагоприятных условиях в виде шторма или урагана, нагрузка снизится более чем в 30 раз. В настоящей работе не проводился расчет от навала ледовых образований, которые являются критической нагрузкой во многих случаях для морских нефтегазовых сооружений.

Режим работы	Тип сооружения	Нагрузка от ветра, тс	Нагрузка от течения, тс	Нагрузка от волнового воздействия, тс	Суммарная нагрузка, тс
Бурение	ППБУ	5,25	7,88	123,80	136,93
	МНГС (пв)	-	33,34	-	33,34
Выживание	ППБУ	539,9	56,064	7747,18	8343,14
	МНГС (пв)	-	237,12	-	237,12

Отсутствие воздействия ледовых полей и других ледовых объектов на подводное МНГС также необходимо назвать одним из ключевых достоинств по сравнению с традиционными надводными сооружениями.

## Список использованных источников

1. СП 38.13330. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения. М., 2012.
2. Бородавкин П.П. Морские нефтегазовые сооружения. Часть 1. Конструирование. – М.: ООО «Недра – Бизнесцентр», 2006.
3. Гидрометеорология и гидрохимия Морей СССР. Том 1 Баренцево Море. – СПб.: Гидрометеиздат, 1990.
4. Подводная эксплуатационная платформа: пат. № 2503800 от 13.07.2011., опубл. 10.01.2014/ Ч.С. Гусейнов [и др.].
5. Гусейнов Ч.С. Освоение углеводородных ресурсов Северного Ледовитого океана – ближайшая и неотложная перспектива//Бурение и Нефть. - № 1. - 2012. – С. 14-18.
6. Гусейнов Ч.С. Актуальность освоения углеводородных ресурсов СЛО// Арктика. - № 4(12). – 2013.
7. Гусейнов Ч.С. О необходимости создания технических средств и технологий для освоения Северного Ледовитого океана// Neftegaz RU. - № 11-12. – 2013. - С. 86-89.

## МАРКЕТИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЫНКА СЕРВИСНЫХ УСЛУГ В НЕФТЕГАЗОВОЙ СФЕРЕ С.В. Долгов<sup>1</sup>, С.Р. Кучерук<sup>2</sup>

1) д-р техн. наук, проф. кафедры нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, s.dolgow2013@yandex.ru

2) студент Института пищевой и перерабатывающей промышленности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, sergej.ku4eruk@yandex.ru

**Аннотация:** Статья посвящена маркетинговому исследованию рынка сервисных услуг в нефтегазовой сфере. Проведен анализ динамики цен на услуги в ближайшей перспективе на 2017-2020 годы.

**Ключевые слова:** маркетинг, конъюнктура рынка сервисных услуг, динамика цен.

## MARKETING RESEARCH OF THE SERVICES IN THE OIL AND GAS SECTOR

S.V. Dolgov<sup>1</sup>, S.R. Kucheruk<sup>2</sup>

1) Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Oil and Gas named after Professor G. T. Vartumyan of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, s.dolgow2013@yandex.ru

2) the student of the Institute of Food and Processing Industry of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, sergej.ku4eruk@yandex.ru

**Abstract:** the article concentrates on market research of services in the oil and gas sector. Also the dynamics of prices in the near term 2017-2020 years was analyzed.

**Key words:** marketing, market services, dynamics of prices.

Организация стран – экспортёров нефти (ОПЕК) повысила прогноз добычи нефти в России в 2017 году на 30 тыс. баррелей в сутки по сравнению с предыдущей оценкой – до 11,07 млн баррелей в сутки.

Таким образом, в этом году РФ обогнала по добыче Саудовскую Аравию, которая извлекает 9,47 млн баррелей в сутки. Добиться рекорда помогли несколько факторов. Во-первых, «Роснефть» смогла нарастить добычу на Ванкорском месторождении в Красноярском крае. ТНК-ВР также значительно увеличила добычу в Сибири. ЛУКОЙЛ сохраняет уровень добычи на тех месторождениях, где ожидалось ее снижение. Кроме того, добычу нарастил «Газпром». Также увеличению добычи нефти способствовали с одной стороны стабильно высокие цены на нефть, а так же растущий спрос на российскую нефть в Китае. В этой связи в предстоящие годы вполне логично увеличение рынка сервисных услуг [1].

Как сохранить достигнутые объёмы добычи в среднесрочной перспективе? Удержание темпов роста добычи требует разработки новых, более сложных, месторождений. Обеспечить это может лишь высокотехнологичный сервис. А вот здесь есть проблемы.

В течение 2005-2012 гг. суммарный объём рынка нефтесервисных услуг в денежном выражении, даже, несмотря на кризис 2008-2009 гг., постоянно рос. За семь лет этот показатель увеличился на 122 %, с 232,8 млрд рублей в 2005 году до 516,2 млрд рублей в 2012 году. Основными драйверами роста выступили:

- эксплуатационное бурение;
- интенсификация добычи методом гидроразрыва пласта (ГРП);
- капитальный ремонт скважин (КРС).

После кризиса 2009 года в 2010–2013 гг. в России наблюдалось динамичное увеличение объемов проходки в бурении. В этот период наиболее активно применялось эксплуатационное наклонно-направленное бурение. Рост проходки в эксплуатационном бурении за этот период составил 26,1 %, а в разведочном - 14,9 %.

В 2014 году ситуация изменилась: цены на нефть упали, Россия оказалась под санкциями со стороны ЕС и США, в результате чего инвестиционная активность снизилась, а объёмы проходки вновь сократились. Впрочем, на этот показатель повлиял и другой фактор: рост объемов горизонтального бурения, позволяющего получать больший дебит скважин по сравнению с наклонно-направленными скважинами. Объем работ по этому направлению с 2008 по 2015 гг. увеличился в 4,3 раза. По оценке «Текарт», доля горизонтального бурения в общем объеме эксплуатационного бурения в 2016 году составила 33,5 % (8,3 млн м3) [2]. Все нефтесервисные компании, которые в настоящее время представлены на российском рынке, аналитики условно делят на три группы.

В первую входят сервисные подразделения в составе ВИНК: «НК «Роснефть», сервисные подразделения «Сургутнефтегаза», «Башнефти», «Славнефти» и др.

Вторая группа — иностранные сервисные компании: Schlumberger, Weatherford (в августе 2014 года российские и венесуэльские нефтесервисные активы куплены «Роснефтью»), Baker Hughes, а также ряд компаний «второго эшелона» (КСА Deutag, Nabors Drilling, Eriell и другие).

Третью группу составляют крупные независимые российские компании, оборот которых превышает 100 млн долларов.

Вопреки ожиданиям предыдущих лет, пик бурения, по оценке «Текарт», пришелся на 2016 год. В 2017 году, по предварительной оценке, произойдет еще

некоторое увеличение прироста проходки, так как на этот год намечена реализация проектов в Большехетской впадине (ЯНАО) и Юрубчено-Тохомской зоне (Восточная Сибирь). В ближайшем будущем крупных проектов по освоению месторождений с большими объемами буровых работ не запланировано, поэтому в 2018–2020 гг. ожидается падение уровня проходки до показателя 2016 года [2].

#### Список использованных источников

1. Статья о добыче нефти [Электронный ресурс]. – URL: [http://3mv.ru/publ/ehkonomika/po\\_dobychi\\_nefti\\_rossii\\_oboshla\\_saudovskuju\\_araviju/10-1-0-17490](http://3mv.ru/publ/ehkonomika/po_dobychi_nefti_rossii_oboshla_saudovskuju_araviju/10-1-0-17490) (дата обращения: 1.12.2017).
2. Статья об обзоре рынка буровых услуг в России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/638/1165342/> (дата обращения: 2.12.2017).

### ПРИМЕНЕНИЕ ШТАНГОВЫХ КОЛОНН СО СФЕРИЧЕСКИМ СОЕДИНЕНИЕМ В НАКЛОННО НАПРАВЛЕННЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННО ИСКРИВЛЕННЫХ СКВАЖИНАХ

Р.Р. Зайнетдинов<sup>1)</sup>

1) студент кафедры МКМ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» г. Уфа, Россия, zainetdin@rambler.ru

**Аннотация:** в статье представлено исследование по применению штанговых колонн со сферическим соединением шарниров в наклонно направленных и пространственно искривленных скважинах.

**Ключевые слова:** штанговая колонна, скважина, шарниры, крутящий момент, силы сопротивления, напряжения, надежность, долговечность.

### APPLICATION OF STRING RODS WITH SPHERICAL CONNECTION IN DEVIANT DIRECTIONAL AND SPATIALLY BENT WELLS

Renat. R. Zainetdinov<sup>1)</sup>

1) the student of the Department of Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technical University” city of Ufa, Russia, zainetdin@rambler.ru

**Abstract:** the article presents a study on the use of rod columns with a spherical joint of hinges in deviant directional and spatially bent wells.

**Key words:** rod pillar, borehole, hinges, torque, forces of resistance, tension, reliability, durability.

Эффективность насосной добычи нефти в значительной мере определяется надёжностью ключевого элемента скважинной штанговой насосной установки — штанговой колонны, а также совершенством системы её технического обслуживания и ремонта. Штанговая колонна является элементом, который в первую очередь определяет длительность безотказной работы скважинной штанговой насосной установки. Исследование промысловых данных показывает, что, несмотря на

проводимые организационно-технические мероприятия, ремонтные работы по ликвидации аварийных ситуаций со штангами занимают значительную долю в числе всех текущих ремонтов. К тому же наибольшее количество обрывов происходит на участках резкого искривления профиля скважины или в нижней части колонны штанг. По разным данным из-за обрывов штанг происходят до 30-40 % всех отказов штанговых насосных установок, поэтому данная проблема становится более актуальной [1, 2].

С развитием наклонно направленных и пространственно искривленных скважин напряженно-деформируемое (глубина и большие углы искривлений скважины) состояние стандартных штанговых колонн привели к увеличению нагрузки на штанги и муфтовые соединения. В результате количество обрывов выросло, а вследствие сложности рельефа скважины, технико-экономический ущерб от отказа растет сильнее.

При подъеме колонны штанг из скважины возникают крутящие моменты на искривленных участках, что обусловлено сопровождающимся ростом сопротивлений возникающих на разных участках наклона. В результате требуется более мощное спуско-подъемное оборудование для эксплуатации и для преодоления сил сопротивления, трения и т.д. Повышение долговечности штанг путем улучшения качества изготовления трудно реализуемо вследствие того что требуются большие капитальные вложения. Поэтому наиболее эффективной и оперативной выполняемой является ликвидация обрывов в высаженной части. Расчеты показывают, что для повышения надежности работы колонн штанг в наклонно направленных и пространственно искривленных скважин необходимо исключить или свести к минимуму напряжения кручения и изгиба, в первую очередь в головках штанг [3, 4].

Данная проблема решена применением новой штанговой конструкции [5, 6]. Предложенная шарнирная муфта состоит из штока со штанговой резьбой на одном конце и сферической головкой на другом, которая размещена в полости, образованной стаканом и опорной втулкой. Стакан имеет резьбу для присоединения к штанговой колонне, а опорная втулка – коническую расточку для взаимодействия со сферической головкой штока. Колонна штанг с шарнирными муфтами представляет собой комплекс автономных участков, которые позволяют совершать независимое вращательное движение. Поэтому при возникновении крутящих моментов на каком-либо участке они не передаются на соседние штанги. Важным фактором является уменьшение напряженного состояния штанг в результате снижения напряжений кручения. Также положительным эффектом является уменьшение напряженного состояния штанг в результате снижения напряжений кручения.

В результате применения данной конструкции повысится экономический эффект, уменьшится мощность подъема и повысится общую надежность оборудования, напряжения на кручение и изгиб снизятся. Повысится долговечность штанговых колонн и их соединений. Снизится вероятность аварийных ситуаций.

#### **Список использованных источников**

1. Насосные штанги/ Р.Н. Бахтизин [и др.]. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2012.

2. Климов В.А. Повышение эффективности эксплуатации насосных скважин оптимизацией работы штанговых колонн: дис. ... - Бугульма, 2009.
3. Эксплуатация штанговых колонн с шарнирными муфтами / С.Г. Зубаиров [и др.]; Уфимский государственный нефтяной технический университет, АНК «Башнефть» // Нефтяное хозяйство. - 2003.
4. Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, 1975.
5. Штанговая колонна: пат. РФ № 2310733 E21B17/05 /С. Г. Зубаиров [и др.]; заявл. 10.01.2006; опубл. 20.11.2007.
6. Штанговая колонна: пат. РФ № 2124109 E21B17/00/ С.Г. Зубаиров, М.А. Токарев; заявл. 28.05.1997; опубл. 27.12.1998.

### **РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ЗАБОЯ В ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИНАХ ГАЗОНЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЫШ**

**Е.Н. Зотов<sup>1)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2)</sup>, И.А. Пахлян<sup>3)</sup>**

- 1) директор ООО «РН-Сервис», г. Краснодар, Россия;
- 2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru
- 3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** в статье предлагается усовершенствование технологии нормализации забоя для добывающего фонда скважин месторождения Дыш.

**Ключевые слова:** скважина, пласт, нормализация забоя, ликвидация, глинисто-песчаные пробки.

### **DEVELOPMENT OF EQUIPMENT FOR NORMALIZATION OF WELL BOTTOM IN THE PRODUCING WELLS OF THE GAS-AND-OIL FIELD DYSH**

**Evgeniy N. Zotov<sup>1)</sup>, Maxim V. Omelyanyuk<sup>2)</sup>, Irina A.Pahlyan<sup>3)</sup>**

- 1) Director of "RN-Service" LLC, Krasnodar, Russia;
- 2) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru
- 3) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** the article proposes the improvement of the technology of bottom-hole normalization for the production well stock of the Dysh deposit.

**Key words:** borehole, bed, bottom-hole normalization, liquidation, clay-sand up.

Месторождение Дыш расположено в Горячключевском районе Краснодарского края. Разработку осуществляет ПАО «НК-Роснефть», оператором работ

является ООО «РН-Краснодарнефтегаз». Действующий фонд скважин 146 добывающих и 13 нагнетательных скважин.

В связи с увеличением возраста месторождения из года в год будет расти количество ремонтных работ по скважинам. Только за 3 квартала в 2017 году было выполнено 85 ремонтов, каждый из которых связан с нормализацией забоя скважины – очисткой от глинисто-песчанной пробки. В связи с этим становится актуальным вопрос повышения эффективности ремонтных работ.

Основным методом ликвидации глинисто-песчаных пробок является промывка скважин. Для условий значительного падения пластовых давлений на нефтяных месторождениях Краснодарского края применяются механические и гидровакуумные желонки. Технологии с их применением так же не лишены недостатков, таких как: длительность процесса, возможность протирания эксплуатационной колонны, возможность обрыва каната, на котором спускается инструмент, загрязнение территории вокруг устья скважины извлеченным материалом пробки, невозможность чистки желонкой колонн, имеющих смятие или сломы, отсутствие возможности удаления плотной, цементированной пробки.

В связи с этим было разработано погружное эжекционное устройство для удаления глинисто-песчаной пробки и усовершенствована технология промывки скважины в условиях значительного падения пластовых давлений.

Установка состоит из эжектора и размывочной головки, собранных в едином корпусе выпускаемых в скважину на колонне сдвоенных насосно-компрессорных труб (НКТ).

Эжектор состоит из приемной камеры подачи рабочей жидкости через шесть коаксиальных отверстий, сопла, из которого поток поступает в камеру смешения, потом в диффузор и далее по внутренней колонне НКТ на устье скважины. Увлекаемый поток поступает из забоя скважины по радиально расположенным отверстиям в корпус установки.

В размывочной головке установлены четыре насадка. При разгрузке на пробку опорная пята открывает подпружиненный клапан и меньшая часть рабочего потока (от 10 % до 20 %) устремляется на разрушение пробки. При осуществлении спуска установки до контакта с пробкой рабочая жидкость поступает на сопло эжектора, часть идет по центральному каналу в опорной пята. Насадки в размывочной головке закрыты.

При выходе на заданный режим работы погружной установки, разрушение происходит под совмещенным воздействием гидромониторного эффекта, эрозионной способности кавитационных струй, амплитудных и частотных колебаний, возникающих при истечении струй из насадок. Кавитационное истечение рабочей жидкости так же способствует дроблению (диспергированию) твердых частиц пробки, что существенным образом способствует облегчению условий подъема песчаной пульпы на поверхность. Кроме того энергия упругих гидравлических колебаний, возникающих при схлопывании кавитационных камер, переносится в пласт, при этом в продуктивном пласте происходит дробление коьматанта. Таким образом происходит улучшение фильтрационных характеристик пласта и, тем самым, интенсифицируется добыча пластовых флюидов при дальнейшей эксплуатации скважины.

Для создания более глубоких депрессий для газовых скважин, эксплуатирующийся в условиях аномально низких пластовых давлений, возможна генерация пен непосредственно на забое скважины.

По мере разрушения цементированной пробки вес колонны насосно-компрессорных труб восстанавливается, пята закрывает доступ к насадкам,

осуществляется процесс освоения скважины и выхода на заданный режим эксплуатации.

#### **Список использованных источников**

1. Аладьев А.П., Казаров Г.А., Пахлян И.А.. Технология ликвидации глинисто-песчаных пробок в добывающих скважинах// Сборник докладов победителей и лауреатов XXII студенческой научной конференции. – АМТИ. – 2016. – С. 174 -178.
2. Пахлян И.А.. Совершенствование технологии и модернизация погружного эжекторного оборудования для очистки забоя скважин от глинисто-песчаных пробок// Инженер-нефтяник. - 2015. - № 3. - С. 60-63.
3. Пахлян И.А., Аладьев А.П., Русаков И.В.. Технология и устройство для ликвидации глинисто-песчаных пробок с забоев скважин // Тезисы докладов конференции «Нефть и газ 2017». -2017. - С. 138.

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ СПЕЦМАШИН ПРИМЕНЕНИЕМ ВИНТОВОГО НАСОСА**

**С.Г. Зубаиров <sup>1)</sup>, А.А. Арсланов <sup>2)</sup>**

1) д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Механика и конструирование машин» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия;

2) магистрант кафедры МКМ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия, ainaz2008@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы типы насосов, применяемых в спецмашинах и агрегатах нефтегазовой промышленности, и на основе известных публикаций показана перспективность применения винтовых насосов, имеющих ряд принципиальных достоинств перед другими насосами.

**Ключевые слова:** скважина, винтовые насосы, напор, подача, давление, поршневые насосы, плунжерные насосы, центробежные насосы, шестеренные насосы, спецмашины, агрегаты, КПД насосов.

### **MODERNIZATION OF THE DRIVE OF THE ACTUATION COMPONENTS OF SPECIAL VEHICLES USING A SCREW PUMP**

**Sibgat G. Zubairov <sup>1)</sup>, Ainaz A. Arslanov <sup>2)</sup>**

1) Doctor of Technical Sciences, Professor, head of the Department of Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technical University», city of Ufa, Russia;

2) the student in the master's programme of the Department of Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technical University», city of Ufa, Russia, ainaz2008@mail.ru.

**Abstract:** the article analyzes the types of pumps used in special machines and special aggregates of oil and gas industry and on the basis of well-known publications the prospects of using screw pumps having a number of principal advantages over other pumps are shown.

**Key words:** hole, screw pumps, head, feed, pressure, piston pumps, plunger pumps, centrifugal pumps, gear pumps, special machines, special aggregates, efficiency of pumps.

Нефтегазовая промышленность не может обойтись без применения специальных машин и агрегатов. Практически любая операция, будь то бурение, добыча, транспортировка, переработка нефти, газа или нефтепродуктов осуществляется при помощи подобных машин.

В большинстве спецмашин и спецагрегатов применяется насосное оборудование, в которых используются поршневые, плунжерные, центробежные или шестеренные насосы. Последние используются в основном для перекачки топлива или масел, например в паропромысловых агрегатах ППУА-1600/100 используется НШ-10Д правого вращения. Поршневые и плунжерные применяют для перекачки технологической жидкости: в мобильных буровых установках используются поршневые буровые насосы НБ-50 и др., в агрегатах депарафинизации (АДПМ 12/150) для закачки в скважину горячей нефти используются плунжерные насосы 1,3ПТ-50Д2-М1-У3 и их аналоги, а в цементировочных машинах применяется поршневые насосы высокого давления (9Т и его аналоги ЦН 26-32 и НПЦ-32), способные работать с неагрессивными и абразив содержащими жидкостями, а для подачи воды в водоподающий блок используются центробежные<sup>[1]</sup>.

Однако неравномерность подачи, наличие легко изнашиваемых клапанов, большие размеры и масса существенно ограничивают области применения поршневых и плунжерных насосов. Шестеренные насосы высокочувствительны к увеличению зазоров между шестернями и корпусом и склонны к понижению объемного КПД при повышении температуры рабочей жидкости, могут использоваться только для перекачки «чистых», т.е. безабразивных, жидкостей. Центробежные насосы имеют склонность к кавитации и зависимость КПД от давления и напора.

Применение винтовых насосов может устранить данные недостатки. Конструкция насоса позволяет регулировать подачу и давление, следовательно, при компоновке нескольких насосов можно достичь наиболее оптимальных параметров, к тому же конструкция насоса простая и включает только одну движущуюся деталь, отсутствуют клапана и другие элементы, увеличивающие гидравлическое сопротивление и уменьшающие надежность работы, соответственно, упрощаются монтаж, эксплуатация и обслуживание. Насос является компактным и характеризуется равномерной подачей, низким уровнем шума и вибрации, практически полным отсутствием эмульгирующего воздействия на перекачиваемый флюид.

В случае необходимости получения большого давления винтовые насосы, имеющие малые диаметральные габариты, могут быть скомпонованы в пакет с последовательной обвязкой, что открывает большие перспективы их применения. Характеристики винтовых насосов с различными по материалу и обработке роторами изложены в работах<sup>[2][3][4]</sup>. В этих работах дано описание конструкции учебно-научной установки для поинтервального и пошагового исследования характеристики винтовых насосов, защищенной патентом<sup>[5]</sup> и использующейся в Уфимском государственном нефтяном техническом университете а также некоторые результаты исследований. Наряду с возможностью получения с помощью этой установки обширной информации о взаимосвязи подачи, давления, крутящего момента и осевого усилия появилась возможность экстраполировать опытные данные, полученные на насосе небольшой длины, на перспективные длинные винтовые насосы, необходимые для подъема флюидов из глубоких скважин.

## Список использованных источников

1. Маланченко А.М., Салимов Ш.М., Иксанов А.А., Масалимов Р.С. // Специализированные машины и механизмы, применяемые в технологических процессах проводки, обустройстве и эксплуатации нефтяных скважин. Спецагрегаты и спецмашины. Справочник, 2002 г. С. 3-59, 143-189.
2. Зубаиров С.Г., Смирнов В.В., Петров Ю.А., Салихов И.А. // Исследование характера распределения давления по длине винтового насоса. Сборник: Материалы Новоселовских чтений, 2004. С. 41-45.
3. Смирнов В.В., Зубаиров С.Г. // Исследование технических характеристик винтового насоса с полимерным покрытием винта. Сборник: Материалы Новоселовских чтений, 2004. С. 46-47.
4. Смирнов В.В., Салихов И.А. Зубаиров С.Г. // Способ снижения напряженного состояния труб при эксплуатации винтовых насосных установок. Книга: Трубопроводный транспорт – сегодня и завтра, 2002. С. 108-110.
5. Зубаиров С.Г., Петров Ю.А., Смирнов В.В., Салихов И.А., Мифтахова Г.М. // Установка для испытания винтовых насосов. Патент на изобретение RUS 2302553 07.06.2004.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДВИДОВ АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ БУРОВОГО И НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Л.С. Керимова<sup>1)</sup>

1) д-р техн. наук, проф. кафедры «Технологии нефтепромыслового оборудования» Азербайджанской государственной нефтяной академии, Азербайджан г.Баку, Kerimova. L@mail.ru

**Аннотация:** в статье приведена классификация подвидов абразивного изнашивания деталей бурового и нефтепромыслового оборудования в процессе их работы.

**Ключевые слова:** шарошки, расширители, инструменты применяемые при капитальном ремонте скважин, манифольды, задвижки, ствол вертлюга и др. детали

## CLASSIFICATION OF SUBTYPES OF ABRASIVE WEAR OF DETAILS OF DRILLING AND OILFIELD EQUIPMENT

L.S. Kerimova<sup>1)</sup>

1) Doctor of Technical Sciences, Professor, of the Department of Technologies of Oilfield Engineering" of the Azerbaijan State Oil Academy, Azerbaijan, city of Baku, Kerimova. L@mail.ru

**Abstract:** in the article classification of subtypes of abrasive wear of details of drilling and oilfield equipment in the course of their work is resulted.

**Key words:** cutter, expanders, tools used for overhauling wells, manifolds, latches, swivel barrel and other details.

Формирование изнашиваемой поверхности происходит в результате суммирования различных по интенсивности и видам элементарных актов разрушения и изменения механических и физико-химических свойств материала под воздействием внешних факторов (среда, температура, нагрузка, вид трения, скорость относительного перемещения поверхностей и др.). Совокупность явлений в процессе трения определяет виды и подвиды изнашивания, их скорость (интенсивность) развития.

Установлено, что некоторые пары сопряженных деталей подвергаются одновременно нескольким видам или подвидам изнашивания. Это объясняется тем, что поверхности трения в пределах одной детали зачастую нагружены неравномерно (например, поверхность зубьев шестерни). Однако каждая деталь имеет наиболее изнашиваемый участок поверхности, где преобладает только один вид или подвида изнашивания. Этот вполне определенный и отчетливо выраженный (ведущий) вид или подвида изнашивания лимитирует износостойкость всей детали и определяет интенсивность ее изнашивания. Одним из наиболее распространенных видов изнашивания деталей бурового и нефтепромыслового оборудования является абразивное изнашивание.

При разработке классификации основных подвигов абразивного изнашивания деталей выявлялись путем: наблюдения за работой оборудования в условиях эксплуатации; обследования изношенных деталей и узлов при проведении капитального и агрегатно-узловых ремонтов; проверки качества изготовления и соответствия деталей техническим требованиям; анализа рабочих чертежей и нормативно-технической документации.

Абразивное изнашивание материала получает развитие в результате режущего или царапающего действия на него твердых частиц, находящихся в свободном или закреплённом состоянии.

В роли таких частиц выступают:

- а) неподвижно закрепленные твердые зерна, входящие в контакт по касательной либо под небольшим углом атаки к поверхности детали;
- б) незакрепленные частицы, входящие в контакт с поверхностью детали;
- в) свободные частицы, попадающие в зазор между сопряженными деталями;
- г) свободные частицы, увлекаемые в поток жидкостью или газом.

На процесс абразивного изнашивания влияют природа абразивных частиц, агрессивность среды, свойства изнашиваемых поверхностей и другие факторы.

Описанный процесс в основном относится к воздействию абразивных частиц, находящихся между поверхностями деталей в свободном состоянии. Вместе с тем абразивные частицы могут находиться в закреплённом или полужакопленном состоянии. Причем, степень зажакопления зависит от геометрии и физических свойств поверхностей деталей, частиц абразива и величины удельного давления.

На основе анализа результатов различных исследований процесса механического действия абразивных частиц на изнашиваемую поверхность детали, можно сделать следующие выводы. Жакопленные абразивные частицы вызывают деформирование и разрушение материала при их раздроблении или внедрении в поверхностный слой одной из сопряженных деталей. Абразивные частицы, перекатовающиеся между движущимися поверхностями деталей под действием рабочей нагрузки и дополнительных ударных импульсов, частично вдавливаются в более мягкую поверхность. Некоторые из частиц оказываются в свободном состоянии или прижатыми между поверхностями деталей. При взаимном перемещении поверхностей, частицы, занявшие зажакопленное состояние в теле одной детали царапают поверхность другой детали, снимая при этом мельчайшую стружку. Незажакопленные абразивные частицы, поскользываясь или вращаясь, либо производят резание на коротких участках, либо же в той или иной степени деформируют поверхность.

Существенное и своеобразное влияние на характер и интенсивность протекания износа оказывает среда. В таких условиях работают прямоточные задвижки и пробковые краны фонтанных арматур, скважинные насосы, детали гидравлической части насосов буровых и промывочных установок и др., т.е. детали, подверженные

воздействию специфических сред: нефти, газа, промывочных жидкостей и других растворов. По этой причине часто развитие получает коррозионно-механическое изнашивание, протекающее при абразивном изнашивании материалов, вступивших в химическую реакцию со средой. Интенсивность изнашивания возрастает за счет пред разрушенного состояния поверхностного слоя материала. При этом износостойкость материала зависит от того, какой из этих процессов по интенсивности воздействия является преобладающим. Кроме того, необходимо учитывать и влияние таких факторов, как твердость и шероховатость поверхностей трения, зазор между деталями, режим работы и т.п. В зависимости от этих факторов время безотказной работы, т.е. время до достижения уровня предельного износа, значительно изменяется.

В частности изнашивание металлов в среде нефтей и в водонефтяных средах существенно зависит состава продукции скважин, который отличается большим многообразием на месторождениях республики.

#### **Список использованных источников**

1. Бирюков В.Н., Виноградов В.Н., Михайлычев В.Н. Абразивное изнашивание нефтепромыслового оборудования. - М., Недра, 1977. – 207 с.

2. Алиев В.К. Надёжность бурового и нефтепромыслового оборудования с точки зрения окружающей среды: учеб. пособие / Кубан. гос. технол. ун-т – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2009. – 143 с..

3. Алиев В.К., Савёнок О.В., Сиротин Д.Г. Влияние надёжности нефтепромыслового оборудования на экологическую безопасность разработки северных нефтегазовых месторождений: монография/ Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2016. – 135 с.

#### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СЕПАРИРОВАНИЯ НЕФТИ**

**Л.Е. Копелевич<sup>1)</sup>, В.А. Ким<sup>2)</sup>, А.А. Шаршак<sup>3)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ЭТЭМ ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Краснодар, Россия, kkllev@mail.ru.

2) студент кафедры ЭТЭМ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологически университет», г. Краснодар, Россия, vladk-kub@mail.ru.

3) студент кафедры ЭТЭМ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологически университет», г. Краснодар, Россия, vip.sharshak@mail.ru.

**Аннотация:** в статье рассмотрена установка для сепарирования нефти.

**Ключевые слова:** сепарация нефти, энергосбережение.

#### **RESOURCE SAVING UNIT FOR OIL SEPARATION**

**L.E. Kopelevich<sup>1)</sup>, V.A. Kim<sup>2)</sup>, A.A. Sharshak<sup>3)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Electrotechnics and Electrical machines, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, kkllev@mail.ru

2) the student of the Department of Electrotechnics and Electrical machines, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, vladk-kub@mail.ru.

3) the student of the Department of Electrotechnics and Electrical machines, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, vip.sharshak@mail.ru

**Abstract:** in the article the unit for oil separation is describes.

**Key words:** oil separation, energy saving

Наука и технологии непрерывно развиваются, ничто не стоит на месте. Но несмотря на экспоненциальный процесс развития, люди сегодня и еще, возможно, несколько десятилетий будут зависимы от углеводородов, в частности нефти. Так как нефть — это не только энергоноситель и источник для получения горюче-смазочных материалов, но и сырье для производства пластмасс, синтетических тканей, моющих средств, растворителей, красок, удобрений, ядохимикатов, лекарств и т.п.

Нефть, извлекаемая из скважин, всегда содержит в себе попутный газ, механические примеси и пластовую воду, в которой растворены различные соли, чаще всего хлориды натрия, кальция и магния, реже – карбонаты и сульфаты. Очевидно, что такую «грязную» и сырую нефть, содержащую к тому же легколетучие органические (от метана до бутана) и неорганические ( $H_2S$ ,  $CO_2$ ) газовые компоненты, нельзя транспортировать и перерабатывать на НПЗ без тщательной её промышленной подготовки – сепарации. Отделение нефти от газа, называемое сепарацией, проводится в сепараторах разных конструкций (горизонтальные, вертикальные, цилиндрические, сферические и т. д.). Однако все сепараторы независимо от их формы выполняют одни функции, главными из которых являются: отделение газа от нефти и отделение нефти от воды при наличии нестойких эмульсий. Сырая нефть из группы скважин поступает в трапы-газосепараторы, где за счет последовательного снижения давления попутный газ отделяется от жидкости (нефти и воды). Далее нефть из газосепараторов поступает в отстойные резервуары, из которых она направляется на установку подготовки нефти (УПН), включающую процессы ее обезвоживания, обессоливания и стабилизации. В УПН при температуре около  $120\text{ }^{\circ}\text{C}$  и в присутствии деэмульгаторов производится повторное сепарирование уменьшающее содержание воды (до менее 1 % мас.) и минеральных солей (до 20-300 мг/л). [1-3]

В Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» на кафедре электротехники и электрических машин под руководством Заслуженного деятеля науки и техники РФ профессора Б.Х. Гайтова проводятся работы по оптимизации энергопотребления объектов нефтегазовой отрасли. Одним из результатов этой деятельности является «Способ сепарирования нефти» [4] и «Установка для сепарирования нефти» [5]. Способ сепарирования нефти, являющийся усовершенствованием классической схемы сепарирования, единственный в своем роде по причине включения в технологическую цепочку подогрева продукта, ранее не используемых, потерь на нагрев обмоток и магнитопровода статора и ротора-барабана.

Авторами был проведен численный расчет энергетической эффективности установки для сепарирования нефти [6], демонстрирующий возможную экономию электроэнергии до 1,8 кВт при подогреве и сепарировании одной тонны газодонефтяной смеси. А компьютерное моделирование картины теплового поля установки для сепарирования нефти [7] в программном пакете COMSOL Multiphysics для большей иллюстративности полученного результата наглядно показало нагрев исходного продукта в роторе-барабане и при движении по трубкам огибающих проводники и магнитопровод статора. Нагрев исследуемой жидкости составил  $t_{\Sigma} = 0,82^{\circ}$  (нагрев в статоре  $t_{ст} = 0,78^{\circ}$  и нагрев в барабане-роторе  $t_p = 0,039^{\circ}$ ).

**Список использованных источников**

1. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. пособие для вузов. - Уфа: Гилем, 2002. - 672 с.

2. Мстиславская Л.П., Павлинич М.Ф., Филипов В.П. Основы нефтегазового производства: учеб. пособие. - 2-е изд. испр. и доп. – М.: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003.– 276 с.

3. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти /Под ред. О.Ф. Глаголевой, В.М. Капустина. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 400 с.

4. Способ сепарирования нефти [Текст]: пат. 2585636 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В01D17/06, В03С5/00, В01D43/00. / Л.Е. Копелевич; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ») (RU). № 2015110413/05; заявл. 23.03.2015; опубл. 27.05.2016, Бюл. № 15. – 6 с.

5. Установка для сепарирования нефти [Текст]: пат. 2593626 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> В04В5/10, В03С5/02, В01D17/06, В01D43/00, В04В9/02. / Л.Е. Копелевич; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет» (ФГБОУ ВО «КубГТУ») (RU). – № 2015110414/05; заявл. 23.03.2015; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 22. – 7 с.: ил.

6. Установка для сепарирования нефти [Текст] / Б.Х. Гайтов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2017. - № 7. - С. 90-92.

1 Ким В.А. Картина теплового поля установки для сепарирования нефти. //Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии (ПЭЭЭ-2017): V Всероссийская научно-техническая конференция (к 50-летию юбилею кафедры «Электроснабжение и электротехника» института энергетики и электротехники), Тольятти, 1–2 ноября 2017 года: сборник трудов / отв. за вып. В.В. Вахнина, В.А. Шаповалов. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2017. – 1 оптический диск.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ СИСТЕМ ОБОРУДОВАНИЯ**

**А.А. Ладенко<sup>1)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, saha-ladenko@yandex.ru

**Аннотация:** использование разработанной автором технологии очистки и установки её реализующей позволяет не только повысить качество обрабатываемой поверхности, но и снизить нагрузку на экологическую составляющую окружающей среды, а также уменьшить общие затраты и время на обработку оборудования. Представлена технология очистки и устройства ее реализующие.

**Ключевые слова:** технология, разрушение, наслоения, струйный поток, полоса удаления наслоений, гидрокавитационный способ, очистка поверхности, гидродинамическое силовое воздействие

## **THE USE OF ENERGY SAVING WAYS FOR CLEANING OF THE EQUIPMENT SYSTEMS**

**A.A. Ladenko<sup>1)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute

(branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, saha-ladenko@yandex.ru

**Abstract:** applying of the cleaning technology and facility for its realization developed by the author allows to improve the surface quality and to reduce the load on the ecological component of the environment, and reducing the overall costs and processing equipment as well. The technology of purification and devices for its realization are presented.

**Key words:** technology, destruction, stratifications, jet flow, strips of removal of stratifications, hydrocavitational way, cleaning of a surface, hydrodynamic power influence.

Увеличение нефтедобычи и нефтепроизводства сопровождается увеличением объемов нефтяных загрязнений, вызывающих нарастание экологической угрозы [1].

Деятельность нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности приводит к тому, что существующие технологии ликвидации загрязнений нефтегазопромыслового и транспортного оборудования зачастую не обеспечивают требуемых объемов, темпов и степени очистки природных, промышленных и хозяйственных объектов от нефтяных загрязнений, оказываются или малоэффективными, или высоко затратными и не всегда соответствуют современным требованиям экологии.

Поэтому проблема создания принципиально новых методов и средств, для очистки промышленных и хозяйственных объектов от углеводородных загрязнений приобретает особую актуальность в последние годы, что связано с необходимостью повышения инвестиций в компаниях для сохранения действующего фонда основных средств [1, 2].

Современная экологическая обстановка диктует необходимость внедрения на нефтеперерабатывающих и нефтедобывающих предприятиях современных технологий, обеспечивающих безотходность процесса ликвидации углеводородных загрязнений, при условиях низкой стоимости работ по очистке объектов, быстром освоении их промышленного производства и безопасной эксплуатации [2]. Также надо иметь в виду, что новые технологии призваны приводить в рабочее состояние действующий арсенал промышленных и хозяйственных объектов за короткое время и экономить средства компаний, не вводя в действие новые объекты.

На сегодняшний день, предложены ряд принципиально новых технологий и технических средств и комплексов, реализующих очистку металлических поверхностей, нефтешламов, грунтов и других объектов от углеводородных (нефтяных) соединений и отходов. Усложняет решение огромное многообразие конструктивных решений объектов.

Основой для создания новых технологий могут служить наиболее перспективные гидродинамические технологии [3].

Одним из зарекомендовавших себя проектов новых технологий на потребительском рынке является технология с использованием передвижных мобильных комплексов. Комплекс может иметь несколько рабочих этапов, где последовательно реализуется поставленная задача очистки поверхности от загрязнения [4].

В основе предлагаемого метода [4] лежит использование кавитационного генератора колебаний давления с вращающейся головкой с насадками, приводимая во вращение силой реактивности струй из эксцентрично расположенных гидромониторов. Рабочей жидкостью может служить подаваемый по трубопроводу пар или воднопесчаная смесь, которая усиливает эффект очистки металлической поверхности [2, 4].

Осадок фильтруется, вода по рециркуляции возвращается обратно в резервуар. Рециркуляция воды – полностью автоматический процесс. Механические примеси (отслаивающаяся ржавчина и т.д.) оседают в среднем отсеке каскадного устройства [4].

Основные преимущества метода автоматической очистки резервуаров с помощью установки по сравнению с методом ручной очистки:

- Работает один оператор - исключается необходимость пребывания персонала внутри резервуара.
- Максимальное восстановление углеводорода благодаря процессу сепарации.
- Более быстрая очистка: время может быть сокращено на 30–50 %.
- Экономическая эффективность за счет снижения общих затрат на очистку.
- Наиболее эффективна технология моющего оборудования и насадок позволяет повысить эффективность полной очистки поверхности.
- Высокая мобильность позволяет чаще переключаться между разными видами нефтепродуктов.

#### **Список использованных источников**

1. Ладенко А.А. К вопросу удаления отложений на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования. Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследования, инновации и технологии. Материалы IV Международной конференции 20-22 апреля 2010 г. - Астрахань: Изд-во Астраханский университет, 2010.- 397 с. (с.188-192).

2. Ладенко А.А. Полуавтоматическая система гидродинамической очистки внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования. Проблемы развития автоматизации и механизации процессов добычи, переработки и транспорта газа и газового конденсата. Материалы научно-технической конференции. – Краснодар: ООО «Издательский дом-Юг», ОАО «НПО «Промавтоматика», 2008. - С. 35-41.

3. Ладенко А.А., Родионов В.П., Ладенко Н.В. Супергидрокавитационная технология очистки систем водоотведения. Энергосбережение и водоподготовка. №5/:Изд-во «Сам Полиграфист». ООО «ЭНИВ». – М., 2016. – 83 с. (С. 77-80). .

4. Ладенко А.А. Супергидрокавитационная технология очистки. Булатовские чтения. Материалы 1 Международной научно-практической конференции. Сборник статей. В 5-ти томах/ Под ред. О.В.Савенок. - Краснодар, 2017.- С. 61-63.

### **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЗЛА СКАЛКИ И ТЯГОВОЙ ЦЕПИ ЦЕПНОГО ПРИВОДА**

**С.Н. Ленков<sup>1)</sup>, Е.И. Шалимов<sup>2)</sup>**

1) аспирант кафедры МОНПП ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Россия,  
stas\_lenkov@mail.ru

2) магистрант кафедры МОНПП ФГБОУ ВО «УГНТУ», г. Уфа, Росси  
a0835581@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрены возможные усовершенствования узлов скалки и тяговой цепи цепного привода штангового скважинного насоса.

**Ключевые слова:** цепной привод, роликовая цепь, зубчатая цепь, скалка.

**IMPROVEMENTS OF UNIT ROLLING-PIN  
AND TRACTION CHAIN OF CHAIN DRIVE  
Stanislav N.Lenkov<sup>1)</sup>, Eugeny I.Shalimov<sup>2)</sup>**

1) the postgraduate student of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technological University”, city of Ufa, Russia, stas\_lenkov@mail.ru

2) the student in the master`s programme of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technological University”, city of Ufa, Russia, a0835581@mail.ru

**Abstract:** in article the possible improvements of unit rolling-pin and traction chain of chain drive of deep-well pump are presented.

**Key words:** chain drive, roller chain, toothed chain, rolling-pin.

Цепные приводы скважинных штанговых насосов нашли свое применение только с 2000 года и зарекомендовали себя при добыче трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья, в частности высоковязких нефтей, а также при разработке месторождений с заводнением. Так, в ПАО «Татнефть» используется порядка 1500 цепных приводов.

Преимуществами цепного привода в сравнении с балансирными станками-качалками являются снижение энергетических затрат на подъём жидкости и эксплуатационных затрат, использование редуктора с меньшим передаточным отношением и вращающим моментом, уменьшение металлоёмкости, широкий диапазон регулирования длины хода и частоты качаний. Недостатком является низкая надежность по сравнению со станком-качалкой и высокие затраты на техническое обслуживание.

В ходе эксплуатации длинноходовых цепных приводов в ОАО «Татнефть» и ОАО АНК «Башнефть» были выявлены узлы, требующие модернизации. В частности, отмечены систематические отказы тяговых цепей, роликов уравнивающего груза, направляющего барабана, резинотканевой грузовой ленты, промежуточной опоры и утечки смазочного масла из-за не герметичности корпуса преобразующего механизма привода [1].

Для уменьшения количества отказов тяговой цепи предлагается использовать зубчатую цепь вместо роликовой. Долговечность зубчатой цепи в 2-4 раза превышает роликовую. Подобрана зубчатая цепь по ГОСТ 13552, тип 2 с разрушающей нагрузкой  $R_{разр} = 50$  кН. Использование данной цепи позволит снизить коэффициент концентраций напряжений в пластинах цепи на 20 % и соответственно снизить количество отказов узла тяговой цепи [2, 3].

Для оптимизации и регулирования натяжения роликовой цепи предложено натяжное устройство, содержащее корпус с направляющими, подвижный подпружиненный шток, имеющий возможность ограниченного перемещения вдоль оси отверстия корпуса, пружину, установленную на верхней части корпуса и взаимодействующую со штоком через прижимную гайку, навинченную на резьбу на штоке и зафиксированную винтом, отличающееся тем, что на подпружиненный шток в крепление установлена ведомая звездочка цепного привода, через которую происходит взаимодействие натяжного устройства с цепью [4,6].

Для повышения надежности узла скалки предложено использовать скалку с промежуточной перегородкой в проеме под цепь, которая служит дополнительной опорой для валика, тем самым сокращая неопертую длину валика в 2 раза и снижая действующую на него нагрузку [7]. Анализ напряженно-деформированного состояния узла скалки показал значительное (на 40 %) снижение максимальных напряжений скалки и валиков в зоне контакта «опора-валик» [8]. Также для данной скалки предложены усовершенствованные валики с уменьшенным поперечным сечением в

зоне контакта «опора-валик». Уменьшение сечения валика позволяет снизить его надежность и в случае заклинивания плунжера штангового насоса валики (как механические предохранители) срезаются и предотвращают обрыв штанговой колонны и аварии в скважине [9].

#### **Список использованных источников:**

1. Ямалиев В.У., Ленков С.Н. Анализ работы цепных приводов штанговых скважинных насосов с ОАО АНК «Башнефть». // Нефтегазовое дело. - 2015. - Т.13. № 1. - С. 81-85.
2. Скобелкин А.С., Ленков С.Н. Модернизация узла тяговой цепи цепного привода скважинного штангового насоса// 68-я науч.-тех. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: сб. матер. докл. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. - С. 314-316.
3. Диагностирование установок электроцентробежных насосов в процессе их эксплуатации с применением нейросетевых технологий/ В.У. Ямалиев [и др.] // Нефтегазовое дело. - 2011. - Т. 9. № 4. - С.68-72.
4. Натяжное устройство цепного привода: пат. на полезную модель RUS 158178 28.10.2014/В.У. Ямалиев, С.Н. Ленков.
5. Валовский В.М., Шамсутдинов И.Г., Федосеенко Н.В. Устройство, расчет и конструирование цепных приводов скважинных штанговых насосов. – М.: ЗАО Изд-во «НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО», 2013. – 272 с.
6. Шалимов Е.И., Ленков С.Н. Анализ напряженно-деформированного состояния узла скалки и тяговой цепи цепного привода // Международная научн.-практ. конф. молодых ученых «Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии»: сб. материалов. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт, 2017. – С. 358-361.
7. Шалимов Е.И., Ленков С.Н. Применение цепных приводов штанговых скважинных насосов и пути повышения надежности // Новые технологии в бурении скважин и разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти и газа: сб. тр. I Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых/редкол.: А.И. Могучев [и др.]. – Уфа: Изд-во Изд-во УГНТУ, 2017.– С. 72-73.
8. Ямалиев В.У., Салахов Т.Р., Шубин С.С. Оценка технического состояния установок электроцентробежных насосов в процессе эксплуатации методом нейросетевой классификации // Нефтегазовое дело. - 2013. - Т. 11. № 4. - С.102-109.
9. Устройство для оценки технического состояния установок электроцентробежных насосов в процессе эксплуатации: пат. на полезную модель RUS 2525094 04.05.2013/ В.У. Ямалиев, Т.Р. Салахов, С.С. Шубин.

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАКРЫТЫХ И ОТКРЫТЫХ ШПИНДЕЛЬНЫХ СЕКЦИЙ ВИНТОВЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ О.Н. Мельничук<sup>1)</sup>**

1) магистрант ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
г. Тюмень, Oleg.Melnichuk@rambler.ru

**Аннотация:** В данном докладе представлен сравнительный анализ открытых и закрытых шпindelных секций ВЗД, их применение при бурении нефтяных и газовых скважин, приведены преимущества и недостатки того и иного вида шпindelной секции, даны рекомендации по выбору исполнения данной секции при бурении скважин на нефть и газ в разных геологических условиях.

**Ключевые слова:** сравнительный анализ, шпindelная секция, винтовой забойный двигатель, бурение наклонно-направленных скважин, конструкция шпindelной секции ВЗД, применение ВЗД, бурение скважин с применением ВЗД.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF CLOSED AND OPEN BEARING SECTIONS OF SCREW DOWNHOLE MOTORS

O.N. Melnichuk<sup>1)</sup>

1) the student in the master`s programme of Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Tyumen Industrial University», Tyumen, Oleg.Melnichuk@rambler.ru

**Annotation:** this report presents a comparative analysis of open and closed drilling motor bearing sections, their application in drilling oil and gas wells, the advantages and disadvantages of one or another type of bearing section are shown, recommendations on choosing the execution of this section when drilling oil and gas wells in different geological conditions are given.

**Key words:** comparative analysis, bearing sections, drilling motor, directional well drilling, bearing section design of the drilling motor, screw downhole motors, well drilling with application of the drilling motor.

При бурении наклонно-направленных скважин и скважин с горизонтальным окончанием, широкое применение нашли конструкции ВЗД с герметизированной и открытой шпindelной секцией.

Шпindelная секция забойного двигателя передает вращение ротора, прикладываемое через шарнирную секцию ведущего вала, на буровое долото. Шпindelная секция испытывает действие работающей на сжатие осевой нагрузки, возникающей под действием веса, приложенного к долоту, радиальных и изгибающих нагрузок, возникающих во время наклонно-направленного или управляемого бурения, растягивающей осевой нагрузки, возникающей из-за перепада давления, приложенного к ротору и буровому долоту, а также прочих нагрузок, возникающих из-за проработки ствола снизу-вверх.

Основной отличительной особенностью между этими шпindelными секциями есть то, что осевые и радиальные опоры герметизированной шпindelной секции герметизированы, находятся в масляной ванне и смазываются маслом, а смазка осевых и радиальных опор открытой шпindelной секции происходит за счет бурового раствора, который частично при работе ВЗД подается в шпindelную секцию, потери раствора для смазки опор не более 10 %.

Осевые и радиальные опоры герметизированной шпindelной секции герметизируются в масляной камере, уравновешенной по гидростатическому давлению.

Осевые опоры рассчитаны на большие нагрузки, поэтому уравновешивание гидравлической осевой нагрузки относительно нагрузки на буровое долото не требуется.

Мощные радиальные опоры рассчитаны на действие боковых нагрузок, возникающих при бурении искривленным забойным двигателем или при неравномерном режущем действии периферийной поверхности бурового долота.

В их конструкции используются ограничивающие расход элементы, необходимые для уравновешивания нижних вращающихся сальников, поэтому небольшая часть бурового раствора отводится от бурового долота, потери раствора до 6 %.

Данный вид шпindelной секции чувствителен к высоким температурам, а также к агрессивным буровым растворам, так как в конструкцию маслonaполненной шпindelной секции входят резиновые уплотнения, которые при контакте с

агрессивной средой и при нахождении в скважине с высокой температурой могут повредиться, что приведет к нарушению герметичности шпиндельной секции и попаданию бурового раствора в подшипники и их заклинивание.

Поэтому, данный вид опор не применяется при бурении интервалов скважин с высокой температурой, более 150 °С и при использовании агрессивных буровых растворов с низкой анилиновой точкой.

В конструкции опор со смазкой буровым раствором используется узел открытых радиально-упорных подшипников двустороннего действия, который обеспечивает равномерное распределение нагрузки и рассчитан на высокие нагрузки на долото.

Кроме того, опорный узел со смазкой буровым раствором имеет радиальную опору по всей длине и поэтому выдерживает очень высокие боковые нагрузки.

Опорный узел со смазкой буровым раствором может устанавливаться вместо герметизированного опорного узла и выполняет те же основные функции. В открытом опорном узле небольшая часть бурового раствора отводится через камеру подшипников для их смазки.

Радиальные нагрузки по всей длине шпиндельной секции передаются на подшипники из карбида вольфрама и на узел радиально-упорных подшипников, что придает компоновке опоры большую жесткость.

Открытые опоры могут применяться при самых высоких температурах на забое, более 150 °С, а также с буровыми растворами, которые характеризуются минимальными значениями анилиновой точки, поскольку в них не используются резиновые уплотнения.

На сегодняшний день разработаны и применяются вставки из карбид-вольфрама в радиальных опорах скольжения.

Их применение позволило увеличить межремонтный период ВЗД до 300 часов и увеличить эксплуатационный период осевых и радиальных опор в 3 раза по сравнению с применением обычных опор скольжения.

При применении обычных радиальных опор с твердосплавным покрытием в процессе работы происходил большой износ их покрытия, в результате чего способствовало большому износу осевых опор и их растрескиванию, что при последующем ремонте требовало замены самих радиальных опор и всего блока осевых опор.

При большом износе радиальных опор значительная часть бурового раствора не подавалась на долото, а проходила через опоры, в результате чего снижалась гидравлическая мощность ВЗД и падение его рабочих характеристик, что приводило к плохой управляемости двигателя при направленном бурении и невозможности набора необходимых показателей зенитного угла.

Выбор того или иного вида шпиндельной секции зависит от многих факторов. В разных геологических условиях и при разных режимах бурения применяется тот или иной вид опоры, которые зарекомендовали себя как надежные и широко применяемые при бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин.

## **БУРОВОЙ РАСТВОР КАК КАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОТ ТЕЛЕСИСТЕМЫ, И ПРОБЛЕМЫ ЕГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ**

**Е.В. Мелюхов<sup>1)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2)</sup>**

1) геофизик 1 категории ООО «НьюТек Сервисез» г. Москва  
socrat1991@yandex.ru

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПИ Армавирского  
механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский

государственный технологический университет», Россия, г. Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрена проблема получения качественного сигнала от телесистемы с гидравлическим каналом связи; проанализированы методы диспергирования бурового раствора; произведен анализ кавитационного деспергирования бурового раствора.

**Ключевые слова:** буровой раствор, телесистема, бурение, диспергирование, кавитация.

## **DRILLING MUD AS A CHANNEL FOR DATA TRANSMISSION FROM THE TELEMETRIC SYSTEMS AND THE PROBLEM OF ITS DISPERSION**

**Evgeniy V. Melyukhov<sup>1</sup>, Maxim V. Omelyanyuk<sup>2</sup>**

1) 1 grade geophysicist, "NewTech Services" LLC, Moscow. socrat1991@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Abstract:** in the article the problem of reception of a qualitative signal from a telemetric system with a hydraulic communication channel is considered; methods of dispersion of drilling mud are analyzed; the cavitation dispersion of the drilling mud is analyzed.

**Key words:** drilling mud, telemetric system, drilling, dispersion, cavitation.

Буровой раствор - основной канал передачи данных для телеметрических систем с гидравлическим каналом связи (90% используемых телесистем). С применением более скоростных пульсаторов, использующих более узкие протоколы, в телеметрических системах (далее т/с), возникает необходимость обращать внимание на состояние однородности бурового раствора.

Однако, помимо общеизвестных помех, влияющих на качество сигнала передаваемого от телесистемы, одно из малоизученных является неприемлемое диспергирование твердой фазы бурового раствора. Поэтому состояние раствора влияет на качество замеров, и каротажных диаграмм полученных в процессе бурение скважины.

В мировой практике проблемы создающие помехи решают разными путями: совершенствование компьютеров, установки дополнительных датчиков и др.

В результате чего, приготовленный буровой раствор необходимо доводить до требуемого соответствия с ГТН, путем многократной циркуляции в системе приготовления, либо в циркуляционной системе с помощью промежуточных промывок.

Эффективность промежуточных промывок в настоящее время имеет важнейшее значение не только для телеметрии. Помимо выравнивания параметров бурового раствора промежуточные промывки каждые 500-1000м позволяют предотвратить возможность забитая обратного клапана над ВЗД, либо пульсатора т/с. Причина в том, что при отстое бурильных труб в подсвечнике, части высохшего бурового раствора остаются на стенках бурильных труб, которые при СПО падают на элементы КНБК. При смене диаметра инструмента, так же вероятен риск, использования не промытых бурильных труб. Данными ГТИ о бурении скважин на месторождениях РН-Пурнефтегаз в ЯНАО (Губкинском, Комсомольском, Северо-Тарасовском, Харампурском) подтверждено, что при отсутствии промежуточных промывок каждый 7 спуск приводит к забитию элементов КНБК, следовательно, к незапланированному подъему [1]. Кроме все этого, промежуточные промывку дают возможность проверить

работоспособность т/с, а так же провести промежуточный замер, для сравнения предыдущих данных с фактическими.

Однако эти операции занимают «дорогое» время строительства скважины, поэтому целесообразнее применение других методов достижение гомогенизации бурового раствора. Если воздействовать на твердые вещества сильной энергонапряженностью, то можно добиться диспергирования бурового раствора. Образовавшаяся поверхность сначала очень активна так, что в веществе происходят твердофазные химические реакции, которые в обычных условиях не наблюдаются. Для использования этого явления создан специальный аппарат - дезинтегратор, который проявил чрезвычайно высокую эффективность во многих производственных процессах. [2]

В работе В.В. Маслова хорошим способом является использование локальной концентрации энергии при небольших затратах мощности - кавитация.

Кавитация неплохо технически реализуется при атмосферном давлении: достаточно небольших затрат мощности для получения течения с нарушением сплошности потока. Кавитация - нарушение сплошности потока жидкости получается при условии:

$$P = \frac{\rho * v^2}{2} \leq Z$$

где  $P$  - гидростатическое давление в потоке жидкости;  $v$  - скорость потока;  $\rho$  - плотность жидкости;  $Z$  - объемная прочность жидкости, которую можно принимать равной давлению упругости ее пара.

Так же кавитационные пузыри перемещаются в область повышенного давления, где они схлопываются и образуют гидравлический удар. При этом возникшее давление  $P_y$  можно определить по формуле Н.Е. Жуковского.

$$P_y = \rho * v * c$$

где  $\rho$  - плотность жидкости;  $v$  - скорость потока;  $c$  - скорость распространения ударной волны, которую можно принимать равной скорости звука в жидкости.

При кавитационном диспергировании частицы находятся в воде и вокруг них сразу формируется прочная гидратная оболочка или сольватная оболочка химических реагентов, стабилизирующая раствор. В результате можно получить стабильный буровой раствор с минимальной химической обработкой или даже без таковой [3].

Таким образом, кавитационное диспергирование дисперсной фазы эффективно как для приготовления буровых растворов, так же для стабильной работы телеметрических систем с гидравлическим каналом связи. А изобретение деспергатора соответствующего требованиям для строительства скважин остается открытым.

### Список использованных источников

1. Данные суточных рапортов и диаграмм ГТИ на объектах РН-«Пурнефтегаз» выполненных подрядчиком ПАО «Самарнефтегеофизика» за 2016-2017 гг.
2. Омелянюк М. В., Пахлян И. А., Разработка устройства для интенсификации процессов смешивания и диспергирования при приготовлении буровых и тампонажных растворов// Инженер-нефтяник. (Москва). - 2014. - № 4. - С. 20-23.
3. Маслов В.В., Кузнецов Р.Ю., Кавитационное диспергирование дисперсной фазы буровых растворов// Известия высших учебных заведений. Нефть и газ.

**ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ ОРИЕНТИРУЕМЫМИ КНБК ПРИ БУРЕНИИ  
ИНТЕРВАЛОВ НАБОРА И СТАБИЛИЗАЦИИ ЗЕНИТНОГО УГЛА  
НА СМОРОДИНСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ  
Е.В. Мелюхов<sup>1</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2</sup>**

1) геофизик 1 категории ООО «НьюТекСервисез» г. Москва  
socrat1991@yandex.ru

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП  
Армави́рского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО  
«Кубанский государственный технологический университет», Россия, г.  
Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** выполнена работа по повышению эффективности бурения наклонно направленных и горизонтальных скважин на основе анализа и применение практически обоснованных технических и технологических решений для получения высоких коммерческих скоростей.

**Ключевые слова:** винтовой забойный двигатель, компоновка низа бурильной колонны, интервал бурения, буровой раствор, телесистема, бурение, диспергирование, кавитация.

**TECHNOLOGY OF DRILLING ORIENTED BHA WHILE DRILLING  
THE INTERVALS OF A SET AND INCLINATION ANGLE STABILIZATION  
ON SMORODINSKII OIL FIELD  
Evgeniy V. Melyukhov<sup>1</sup>, Maxim V. Omelyanyuk<sup>2</sup>**

1) 1 grade geophysicist, "NewTech Services" LLC, Moscow. socrat1991@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Abstract:** the work for improving the efficiency of drilling directional and horizontal wells based on the analysis and application of practically well-founded technical and technological solutions to achieve high commercial speeds is done.

**Keywords:** screw downhole motor, the layout of the bottom hole Assembly, spacing, drilling, mud, telemetry system, drilling, dispersion, cavitation.

Дальнейшее повышение добычи нефти определяется объемами эксплуатационного бурения.

Необходимо осуществлять качественное строительство скважин во все возрастающих объемах при кратном снижении сроков их проводки и снижением трудо- и энергоемкости и капитальных затрат.

Цель работы - повышение эффективности бурения наклонно направленных и горизонтальных скважин на основе анализа и применение практически обоснованных технических и технологических решений для получения высоких коммерческих скоростей.

При исследовании решались основные задачи: а) анализ результатов строительства наклонно направленных скважин и определение направлений совершенствования технологий бурения применительно к Смородинскому месторождению; б) анализ основных направлений повышения эффективности способов бурения и эксплуатационных характеристик винтовых забойных двигателей; в) обоснование практической применимости разработок и их внедрение для наклонно направленного бурения скважин;

Для проведения сравнительного анализа при бурении интервалов набора, стабилизации и снижения зенитного угла использовались винтовые забойные двигатели (ВЗД) ДРУ-172 (5/6).

Интервал их применения определяется необходимостью замены турбобура по причине снижения механической скорости при бурении более твердых горных пород. Использование ВЗД с более низкой частотой вращения и большим крутящим моментом на валу позволяет получить более высокую механическую скорость бурения по сравнению с применением турбобуров. Современные винтовые забойные двигатели не только обладают приемлемой энергетической характеристикой, обеспечивающей эффективную работу долот, но и более эффективны по сравнению с турбобурами при использовании в качестве силового элемента КНБК, имеющего более компактный размер из-за малой длины и уменьшенного диаметра корпуса [1, с 350]. Это дает возможность использовать вместе с винтовыми двигателями импортные и отечественные телеметрические системы для проводки наклонно направленных скважин. Главным критерием для сравнения работы двигателей является механическая скорость проходки. В интервале бурения 870– 2281 м с использованием долот 215,9 ТЗ-ГАУ. При применении винтового двигателя ДВРЗ-176М (6/7)  $v_{мех.ср} = 3,90$  м/ч, когда при применении ДРУ-172 (5/6)  $v_{мех.ср} = 5,34$  м/ч (+37 %) [2, с 12]. Время бурения интервала уменьшилось на 97.56 ч. Горизонтальные и наклонно направленные скважины с большим смещением в большинстве случаев имеют несколько вогнутых, прямолинейных и выпуклых участков. При прохождении этих участков бурильная колонна переносит как растягивающие, так и сжимающие нагрузки. При значительном увеличении сжимающих напряжений бурильная колонна теряет устойчивость и принимает спиралеобразную форму. В результате снижается управляемость колонной, происходят посадки инструмента при создании требуемой нагрузки на забой.

Данная проблема решалась методом контролируемого управления ротором. Зона стабилизации бурится с правильно подобранной нагрузкой. Бурение проводится с периодическим отпуском ротора на  $90^\circ$  каждый метр проходки, так же обеспечивается вращение против часовой стрелки от реактивного момента ВЗД, и колонна бурильных труб находится в ненапряженном состоянии. Все это дает более высокий эффект механической скорости бурения, по сравнению с интервалом ориентированного бурения, когда ротор застопорен и колонна напряжена [3, с. 302]. Экономический эффект значителен. Сроки строительства скважины сокращаются в среднем на 12 ч.

Для долбления интервала 870-2281м наиболее эффективен двигатель ДРУ-172 (5/6) производства ООО «ВНИИБТ» (кинематическое отношение ротор – статор 5/6) с углом перекоса  $1^\circ 15'$  с применением забойной телеметрической системы. Данный ВЗД показал наиболее высокую механическую скорость, равную 5.34 м/ч, для данного интервала при использовании совместно с долотом ООО «ВНИИБТ» 215,9 ТЗ-ГАУ.

Интервал стабилизации бурится с контролируемым отпуском ротора.

Выбранная технология бурения позволит подойти к интервалу установки скважинного насоса с минимально возможным зенитным углом и пройти интервал с отпуском ротора без нарушения интенсивности искривления.

#### **Список использованных источников**

1. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Винтовые забойные двигатели: справ. пособие. – М.: Недра, 1999. – 350 с.
2. Каталог продукции ООО «ВНИИБТ-Буровой инструмент».
3. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Бурение нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 2002. – 302 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ БИЕНИЙ КОРПУСА ВИНТОВОГО ЗАБОЙНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В.А. Морозов<sup>1)</sup>, М.В. Двойников<sup>2)</sup>, М.Е. Будовская<sup>3)</sup>

1) аспирант кафедры БС, Санкт-Петербургский горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, viktor.morozov.92@mail.ru

2) д-р техн. наук, зав. кафедрой БС, Санкт-Петербургский горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, dvoinik72@gmail.com

3) студент кафедры БС, Санкт-Петербургский горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург, folloo.01@mail.ru

**Аннотация:** на основе проведенного анализа результатов исследований биений корпуса винтового забойного двигателя, определен диапазон оптимальных энергетических характеристик героторного механизма, обеспечивающих его устойчивую работу.

**Ключевые слова:** бурение скважин, биение, винтовой забойный двигатель.

## RESEACH OF THE CASE BEATS OF SCREW DOWNHOLE ENGINE

Viktor A. Morozov<sup>1)</sup>, Mikhail V. Dvoynikov<sup>2)</sup>, Margarita E. Budovskaya<sup>3)</sup>

1) the postgraduate student of the Department of Well Drilling, Saint-Petersburg Mining University, Russia, Saint-Petersburg, viktor.morozov.92@mail.ru

2) Doctor of Technical Sciences, head of the Department of Well Drilling, Saint-Petersburg Mining University, Russia, Saint-Petersburg, dvoinik72@gmail.com

3) the student of the Department of Well Drilling, Saint-Petersburg Mining University, Russia, Saint-Petersburg, folloo.01@mail.ru

**Annotation:** based on the conducted analysis of the results of research of the beating case screw downhole motor, a range of optimum energy characteristics of the gerotor mechanism which ensure its stable working is determined.

**Key words:** well drilling, beats, screw downhole engine.

В процессе изучения вопросов связанных с современными конструктивными решениями, направленными на увеличение срока службы винтовых забойных двигателей (ВЗД) [1-3], методами увеличения эффективности использования гидромашин в составе бурового инструмента [2, 5], а также технологическими мероприятиями совместного использования бурильной колонны и ВЗД при бурении наклонно направленных скважин [3,6] было установлено, что для снижения влияния вибрации и передачи осевого усилия на забой требуется контроль и оперативное управление динамикой работы внутрискважинного оборудования. Согласно вышеизложенному была сформулирована цель – повысить эффективность бурения, снижением аварийности в скважине, за счет управления динамически активной системой «винтовой забойный двигатель – бурильная колонна» оптимизацией режимных параметров бурения наклонных и горизонтальных участков скважины большой протяженности.

Изучение неравномерности распределения вибрации корпуса выполнялось на стандартном горизонтальном стенде, предназначенном для испытания и исследования рабочего процесса гидродвигателей, оснащенном виброметрами (АССИСТЕНТ SIVI).

Для выявления оптимального диапазона устойчивой работы винтового забойного двигателя испытания проводились на тридцати ВЗД диаметрами от 156 до 195 мм. Рассмотрим, как пример, результаты исследований энергетических характеристик двигателя ДГР-178М.7/8.37 с одновременным замером биений корпуса. Датчики измерения вибрации устанавливались в трех точках двигателя. Два датчика – в

верхней и средней части силовой секции, а третий в верхней части шпинделя (в месте соединения с шарниром). Измерения энергетических характеристик и биений корпуса производились от максимальной частоты вращения вала –  $5 \text{ с}^{-1}$  (300 об/мин), до  $0,5 \text{ с}^{-1}$  (30 об/мин). В процессе испытаний поддерживался постоянный расход жидкости -  $0,03 \text{ м}^3/\text{с}$ . При достижении частоты вращения вала  $5 \text{ с}^{-1}$  создавался момент сопротивления тормозом, приводящий к полной остановке двигателя.

Анализ результатов исследований показал, что интервал оптимальных частот биений корпуса винтового забойного двигателя расположен от 35 до 24,5 Гц. Осевая и поперечная вибрации зависят от момента на валу ВЗД. При работе двигателя в режиме холостого хода максимальная амплитуда поперечных биений корпуса составляет 5 мм, при этом амплитуда осевых колебаний - не более 3 мм. Причиной этому в данном случае является перекашивающий момент, действующий на РО при заполнении рабочих камер. В процессе создания момента на валу ВЗД происходит снижение амплитуды поперечных колебаний корпуса до 3,5 – 4 мм, а амплитуда осевой вибрации возрастает до 8 мм. Далее, создание дополнительного момента до 4,5 кН·м приводит к повышению амплитуды поперечных биений корпус двигателя и составляет 6 мм и снижению продольных до 8 мм. Частота биений снижается до  $24,5 \text{ с}^{-1}$  (210 об/мин), что составляет 30% от работы двигателя в режиме холостого хода. В данном случае двигатель находится в оптимальном режиме эксплуатации. С увеличением момента с 4,5 до 9 кН·м двигатель входит в тормозной (экстремальный) режим работы. Частота биений снижается до 3,5 Гц (30 об/мин). В результате происходит интенсивный рост амплитуды поперечных колебаний корпуса ВЗД от 6 до 10 мм, при соответствующем снижении амплитуды осевых колебаний от 8 до 2 мм.

Данные экспериментальных исследований, направленные на определение значений продольных и поперечных колебаний корпуса винтового забойного двигателя, показали, что снижение частоты вращения не более 30% от максимальной частоты вращения вала в режиме холостого хода позволяет обеспечить устойчивую работу системы «винтовой забойный двигатель – бурильная колонна». При этом момент в указанном диапазоне варьируется от 1 до 4,5 кН·м, что является достаточным для реализации объемного разрушения породы.

В случае эксплуатации двигателя в экстремальном режиме (режим максимальной мощности) происходит резкий рост амплитуды колебаний в нижней части двигателя, что приводит к возникновению полуволн изгиба в КНБК и потере устойчивости инструмента.

#### **Список использованных источников**

1. Балденко Д.Ф., Балденко Ф.Д., Гноевых А.Н. Одновинтовые гидравлические машины: В 2 т. – М.: ООО «ИРЦ Газпром». – 2007. – Т. 2. Винтовые забойные двигатели. С. 31-35.
2. Бобров М.Г. Исследование поперечных колебаний винтового забойного двигателя: автореферат дис. канд. техн. наук. - М. 2000. – С. 9–11.
3. Двойников М.В. Технология бурения нефтяных и газовых скважин модернизированными винтовыми забойными двигателями: дис. д-ра техн. наук. - Тюмень, 2011.- С. 151–173.
4. Двойников М.В. Исследования поперечных колебаний винтового забойного двигателя. Бурение и нефть. – 2010. - № 01. – С. 10-12.
5. Лебедев Н.Ф. Динамика гидравлических забойных двигателей. - М., Недра, 1981. - С. 235–244.
6. Голдобин Д.А. Разработка и исследование винтовых забойных двигателей с облегченными роторами и армированными статорами: автореферат дис. канд. техн. наук. - М., 2012. – С. 6–13.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТРЕНИЯ  
НА МУФТОВЫЕ ЧАСТИ НАСОСНЫХ ШТАНГ**  
**С.В. Назаров<sup>1)</sup>, И.Д. Шакиров<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия, ngpo\_ugntu@mail.ru

2) студент кафедры МОНПП ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия, ilnur.shakirov.94@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрена причина обрыва колонны НКТ и кратко изложены экспериментальные исследования по определению коэффициента трения муфты штанговой

**Ключевые слова:** скважина, НКТ, штанговая колонна, муфта штанговая, центратор, износ, вибрация, трение.

**INVESTIGATION OF THE FRICTION INFLUENCE  
ON THE COUPLING PARTS OF THE PUMPING RODS**  
**Sergey V. Nazarov<sup>1)</sup>, Ilnur D. Shakirov<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, Ufa Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technological University», city of Ufa, Russia, ngpo\_ugntu@mail.ru

2) the student of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, Ufa Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technological University», city of Ufa, Russia, ilnur.shakirov.94@mail.ru

**Abstract:** in the article the cause of the breakdown of the pump tubing is considered and the experimental studies for determining the coefficient of friction of the rod coupling are presented.

**Key words:** borehole, tubing, rod coupling, centralizer, wear, vibration, friction.

Постоянный контакт между муфтами насосов штанг и внутренней поверхностью НКТ приводит к быстрому износу муфт и к возможности выхода ниппеля штанги из муфты, т.е. к обрыву штанг [1]. Одновременно с этим муфты штанг, действуя как резцы, прорезают металл НКТ. Из-за этого в теле НКТ возникают повреждения, иногда сквозные. Такие повреждения уменьшают площадь сечения тела НКТ, что в свою очередь, может привести в конечном итоге даже к обрыву колонны НКТ и падению оборудования на забой скважины. Кроме того, сквозные повреждения в колонне НКТ приводят к утечкам через них добываемой жидкости [2].

Для защиты колонн НКТ и насосных штанг от взаимного износа в наклонно-направленных скважинах необходимо применять центраторы или протекторы[3].

Поэтому актуальной задачей является исследования штанговой колонны и возможность разработки устройства, способствующего снижению нагрузок от вибрации и трения штанговой колонны.

В системе автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий SolidWorks были созданы модели натуральных образцов насосных штанг различного типоразмера и модели натуральных образцов полых насосных штанг. Благодаря этому подходу существует возможность провести испытания не только гладкой части натурального образца, но и муфтовой части. Испытания муфтовой части смогут дать информацию о наличии в высадке самого опасного сечения.

Особенности свойств материала изготовления были отражены при проведении компьютерного эксперимента.

После проведенных настроек была создана модель процесса нагружения натурального образца на стенде [4].

В данных расчетах определили максимальные напряжения и расчет на усталость, которые возникали в штанге при нагружении.

Экспериментальные исследования по определению коэффициента трения муфты штанговой, проведены в 3D модели стенда в программе SolidWorks., такие параметры как нагрузка, прижимающая сила, свойства упругости, циркуляцией жидкости в зоне трения устанавливали в инструменте SolidWorks Motion.

В начале проводили испытания стандартной муфтой МШ, в ходе которых были получены результаты, характеризующие увеличение силы трения при определенной нагрузке.

Исходя из результатов проведенных испытаний, для решения проблемы связанной с износом муфт и штанг разработана конструкция муфта-центратор (рисунок). Устройство состоит: из 1 – корпус; 2 – втулка; 3 – лопасть; 4 – пружина.

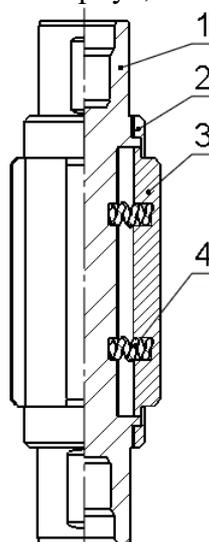


Рис. 1. Муфта-центратор насосной штанги

При применении данного оборудования в опытах и расчетах анализ результатов показало, что муфта - центратор существенно снижает силу трения.

#### Список использованных источников

1.Ишмурзин А.А. Напряжения и деформации штанговой колонны в пространственно искривленной скважине // Нефтегазовое дело. – 2006. - № 1. - С.65-72.

2. Джабаров Р.Д. Пути снижения износа штанговых муфт и насосных труб, РНТС // Машины и нефтяное оборудование. - 1978. - С.14-17.

3. Уразаков К.Р., Абросимов В.И., Рахматулин В.Н. Устройства для уменьшения трения и механического износа насосных труб и штанг // ЭИ ВНИИОЭНГ. Сер. Нефтепромысловое дело. - 1987. - № 12. – С. 35-39.

4. Шакиров И.Д., Назаров С.В. Перспективы и развития повышения надежности работы клапанных пар ШГН. В сб.: «Роль математики в становлении специалиста»// Материалы Международной научно-методической конференции. - 2017. - С. 78-80.

# НИТРОЗИРОВАНИЕ п-БРОМ-α-НАФТОЛА

Ж.Ш. Нурмухаммадов<sup>1)</sup>

1) институт общей и неорганической химии Академии наук республики Узбекистан, г. Ташкент. Jalolziyo@mail.ru, Телефон: (99899) 800-21-02.

**Аннотация:** в статье впервые приведены результаты нитрозирования п-бром-α-нафтола н-амилнитритами с азотистой кислотой. Изучены влияние температуры, мольных соотношений реагентов и продолжительности реакции на выход продукта. Строение полученных продуктов установлены с помощью ИК и ПМР спектров.

**Ключевые слова:** Нитрозирование, монооксим, бутилнитрит, амилнитрит, α-нитрозо-β-нафтол, тонкослойная хроматография.

## NITROSATION p-BROM α-NAPHTHOLE

J.Sh. Nurmuhammadov<sup>1)</sup>

1) Institute of General and Inorganic Chemistry ,Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent. Jalolziyo@mail.ru Phone: (99899) 800-21-02.

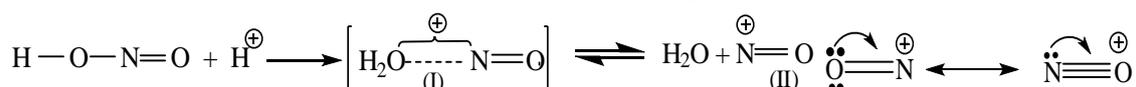
**Abstract:** the results of nitrosation of p -brom- α-naphthol with n-amyl nitrites and nitrous acid are presented for the first time in the article. The influence of temperature, molar ratios of reagents and duration of the reaction on the yield of the product was studied. The structure of the products obtained is determined by IR and PMR spectra.

**Key words:** nitrosation, monooxime, butyl nitrite, amyl nitrite, α-nitroso-β-naphthol, thin layer chromatography.

Как известно, в протяжении многих лет для качественного определения железа, хрома, никеля и кобальта применяется реактив Ильинского (α-нитрозо-β-нафтол).

o-нитрознафтолы применяются в аналитической химии в качестве реагентов для определения различных d-металлов. Они могут представлять также интерес как промежуточные продукты лекарственных веществ.

Известно, реакция нитрозирования идет с участием неорганического и органического агентов нитрозирования. Агенты неорганического нитрозирования имеют тип XNO, их получают непосредственно в реакционной среде (X = MeO, -OH, -Hal, -ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>, -NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, -NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, -CN<sup>-</sup>, -SH<sup>-</sup>, -SCN<sup>-</sup>). XNO – эти соединения ступают в реакции нитрозирования в зависимости от характера X. Получение агента нитрозирования в реакционной среде можно объяснить следующим образом:



Образование (I) и (II) катионов зависят от среды раствора и между ними существует равновесие. Из-за увеличения скорости образования катиона (I) в концентрированной кислоте, равновесие сдвигается в растворах разбавленных кислот к нитрозоацидий катиону, в концентрированных растворах к нитрозокаатиону. В растворе концентрированной кислоты в катионе (I) повышается скорость дегидратации. Из - за мезомерии катион NO<sup>+</sup> является слабым электрофильным агентом и вступает в реакцию с производными α-нафтола.

В литературе не имеются данные о систематических исследованиях по нитрозированию фенолов нафталинового ряда, а имеются лишь некоторые синтезы определенных нафтолов.

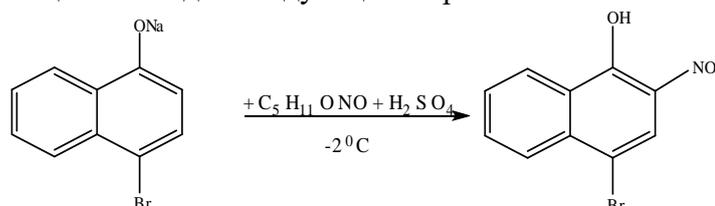
В связи с этим представляется актуальным систематические исследования по нитрозированию фенолов нафталинового ряда и изучение свойств получаемых продуктов [1].

## Синтез п-бром-о-нитрозо- α -нафтола

п-Бром- $\alpha$ -нафтол (0,01 моля) и раствор гидроксида натрия (0,01 моля) при постоянном перемешивании нагревали до 30<sup>0</sup>С. После того как раствор стал прозрачным, его охладили до -2<sup>0</sup>С в системе “лёд+NaCl+вода” и при постоянном перемешивании в реакционную смесь добавили амилнитрит (0,01 моля). В слабощелочной среде к смеси добавляли серную кислоту (0,02 моля) по каплям в течение 1 часа. После охлаждения выпавший осадок отфильтровывали и сушили в вакуум эксикаторе.

Выход продукта составил 1,3г (65%). Полученное вещество имеет коричневый цвет т.пл. 132<sup>0</sup>С. Полученный о-нитрозопродукт не растворяется в воде, хорошо растворяется в этиловом спирте, бензоле, ацетоне и эфире.

Уравнение реакции выглядит следующим образом:



Чистоту продукта проверяли тонкослойной хроматографией, найдено  $R_f=0,62$  (проявитель:  $I_2$ (крист.)), соответствующий п-бром-о-нитрозо- $\alpha$ -нафтолу. В качестве элюента использовали систему этиловый спирт : ацетон =3:1.

Результаты нитрозирования п-бром- $\alpha$ -нафтола изоамилнитритом обобщены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Результаты нитрозирования п-бром- $\alpha$ -нафтола изоамилнитритом

Мольные соотношения реагентов БН* : $C_5H_{11}NO_2$ : $H_2SO_4$ : NaOH	Продолжительность реакции, час	Температура реакции, <sup>0</sup> С	Выход продуктов,%
1:1:2:1	2	0	45
1:1:2:1	3	0	42
1:2:2:1	2	0	50
1:2:2:1	2	-2	56
1:2:2:1	2,5	-2	62
1:2,5:2:1	2,5	-2	65
1:3:2:1	2,5	-2	65
1:2,5:2:1	2,5	-5	65

\* БН - п- бром-  $\alpha$ -нафтол.

Как видно из таблицы, самый высокий выход (65 %) получен при мольном соотношении реагентов 1:2,5:2:1 и температуре -2 <sup>0</sup>С.

В ИК-спектрах п-бром-о-нитрозо-  $\alpha$ -нафтола наблюдаются полосы, характерные для валентных колебаний СО групп  $\nu_{C=O} = 3823,64 - 2686,82 \text{ см}^{-1}$ , ароматической  $\nu_{C=C} = 1585,46-1644,83 \text{ см}^{-1}$ , интенсивная полоса поглощения С-N в области  $\nu_{C-N} = 1070,65 \text{ см}^{-1}$ , валентные колебания N=O группы  $\nu_{N=O} = 1464,84-1621,56 \text{ см}^{-1}$ . Колебания в области  $\nu_{C-Br} = 475-500 \text{ см}^{-1}$ , характерные для связи- CBr в аценах, валентные колебания - ароматической оксимной группы  $\nu_{\text{оксим}} = 1644,83 \text{ см}^{-1}$ . В ПМР спектрах п-бром-о-нитрозо-  $\alpha$ -нафтола наблюдаются сигналы характерные для ароматических протонов в области (400 МГц,  $\delta$ , J/Гц): 8,0 м.д., 5,46 м.д., 8.3 м.д., 7.65 м.д., 7,75 м.д., 8.5 м.д.

## Список использованных источников

1. J. Nurmukhammadov, Z. Smanova, H. Tadjimukhamedov, M. Inatova. Synthesis o-nitrosophthols and their application in analytical chemistry // The Advanced Science. USA, - issue 10. – 2013. - P. 16-22.

### ОЧИСТКА НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И СУДОВ ОТ ОБРАСТАНИЙ М.В. Омелянюк<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** Целью исследований была разработка экспериментальных установок гидродинамической кавитационной водолазной очистки различных гидротехнических сооружений и судов для перевозки нефти и СПГ. Были проведены экспериментальные исследования гидродинамического метода водолазной очистки в бассейнах р.Волга, Черного и Азовского морей. В результате были разработаны, спроектированы и изготовлены ряд экспериментальных установок гидродинамической кавитационной водолазной очистки гидротехнических сооружений и судов.

**Ключевые слова:** гидротехнические сооружения, гидродинамический, водолаз, кавитация, установка, очистка, насадок, пистолет.

### CLEANING OF OIL AND GAS HYDRAULIC ENGINEERING CONSTRUCTIONS AND VESSELS FROM OUTGROWTHS Maxim V.Omelyanyuk<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields , the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Abstract:** the aim of the research was the development of experimental installations for the hydrodynamic cavitation diving of various hydraulic engineering constructions and vessels for the transportation of oil and LNG. Experimental studies of the hydrodynamic method of diving in the Volga basin, the Black Sea and the Sea of Azov were carried out. As a result, a number of experimental installations for hydrodynamic cavitation diving of hydraulic structures and vessels were developed, designed and manufactured.

**Key words:** hydraulic engineering constructions, hydrodynamic, diver, cavitation, installation, cleaning, nozzles, gun.

Развитие шельфовой добычи, а также развитие морского транспорта нефти, нефтепродуктов и СПГ в последние десятилетия ставят новые задачи. Морские стационарные платформы, предназначенные для нефтегазодобычи, фактически являются искусственными рифами, вокруг которых увеличивается биомасса пелагической и бентосной гидрофауны, а вокруг опор морских элементов морских стационарных платформ появляются многочисленные колонии двухстворчатых моллюсков, которые являются природной лабораторией по очистке морской воды от углеводородного загрязнения и биоиндикатором загрязнения [1].

Подводные части судов, поверхности гидротехнических железобетонных и металлических сооружений обрастают животными и растительными организмами, металлические поверхности подвержены отслаиванию краски и процессам коррозии. Для морских судов и гидротехнических сооружений процессы коррозии протекают значительно быстрее, чем для сооружений и плавсредств, эксплуатируемых в пресных водах. Соленая вода обладает высокой проводимостью, создающей возможность электрохимической коррозии.

Ремонт подводных частей любых гидротехнических сооружений, трубопроводов и плавсредств представляет собой сложную, дорогостоящую и ответственную с точки зрения экологии и безопасности работу. Стоимость водолазных ремонтных работ очень высока, и снижение затрат времени на ремонтные работы путем повышения эффективности применяемого вспомогательного оборудования является актуальной задачей.

Величины прочности и адгезии для различного рода наслоений и обрастаний отличаются в разы и на порядки, в результате удаление непрочных обрастаний, к примеру, растительных, зачастую не вызывает сложностей, в то время как удаление усоногих раков с поверхностей танкеров вызывает значительные сложности. По данным “National Geographic”, затвердевшее клейкое вещество усоногих раков не может быть растворено сильными кислотами, щелочами или органическими растворителями, а также непроницаемо для бактерий и противостоит температурам свыше 200°C.

В отечественной и зарубежной практике удаления отложений, обрастаний и наслоений, разрушения различных материалов применяются методы высоконапорной гидродинамической очистки поверхностей и резки материалов [2,3]. При этом, в случае проведения работ под водой, помимо гидродинамического воздействия на обрастания и наслоения положительно используется эрозионный эффект кавитации, возникающий при истечении высоконапорных затопленных струй.

Проведенный комплекс экспериментальных исследований позволил установить оптимальные расходно-напорные характеристики струйного гидродинамического кавитационного воздействия при очистке гидротехнического бетона и металлических сооружений от обрастаний, резке бетона, очистке трубопроводов от изоляционного материала различных марок.

По материалам исследований был разработан, спроектирован и изготовлен ряд экспериментальных установок для гидродинамической кавитационной очистки подводных поверхностей от различных обрастаний и отложений, в натуральных условиях проверена их эффективность. Первоначальные опытно-промышленные исследования проводились при удалении биологических обрастаний и рыхлого бетона с железобетонных контрфорсов шлюзовой системы Балаковской ГРЭС перед повторным бетонированием.

Разработанные установки (с электроприводом и приводом от ДВС, мощностью от 15кВт до 90 кВт) позволяют очищать с различной производительностью сложные фигурные поверхности, гибко регулировать эрозионное воздействие при различных прочностях и толщине обрастаний путем изменения расходно-напорных характеристик [4,5].

Результаты проведенных исследований и опытные образцы установок подводной водолазной гидродинамической очистки железобетонных и металлических гидротехнических сооружений внедрены в производственной деятельности российских и зарубежных компаний, в том числе в филиале “Подводрестрой-7” ФГУ “Подводрестрой”; в ООО «Скуба-Сервис» и др.

#### **Список использованных источников**

1. Безродный Ю.Г., Векилов Э.Х. Проблемы и пути защиты морской среды в условиях интенсификации хозяйственного освоения Каспия//Нефтяное хозяйство.- 2008. - № 6. – С. 70-74.
2. K. M. Kalumuck, G. L. Chahine, G. S. Frederick, P. D. Aley. Development of a dynajet cavitating water jet cleaning tool for underwater marine fouling removal// 9th American Waterjet Conference, August 23-26, 1997: Dearborn, Michigan, p. 541-554.
3. Materials erosion testing/ Dynaflo, Inc, 22.10.2008/<http://www.dynaflo-inc.com/Products/Jets/Jets.htm>

4. Омелянюк М.В. Очистка гидротехнических сооружений от обрастаний и наслоений// Гидротехническое строительство. - 2013. - № 5. - С. 13-17.

5. Omelyanyuk M.V. Removal of growths and incrustations from water-development works // Power Technology and Engineering. 2013. Т. 47. № 4. С. 239-243.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КАВИТАЦИОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.В. Омелянюк<sup>1</sup>, Н.С. Бухарин<sup>2</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

2) д-р наук, преподаватель математики и механики в Институте технологии Южной Альберты, г. Калгари, Канада, nikolay@nbukharin.com

**Аннотация:** Рассмотрены применяемые в нефтегазовом деле технологии, основанные на использовании высоконапорных струй жидкости. Проанализированы технические средства, предназначенные для генерирования колебаний в скважинных условиях. Представлены зависимости для расчета основных технических и технологических параметров.

**Ключевые слова:** интенсификация, кавитация, резонатор, насадок, генератор, частота, амплитуда

## OSCILLATION GENERATORS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

Maxim V.Omelyanyuk<sup>1</sup>, Nikolay S.Bukharin<sup>2</sup>

1) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) Ph. D., lecturer of the mathematics and mechanics at the Southern Alberta Institute of Technology, Calgary, Canada, nikolay@nbukharin.com

**Abstract:** applications of high pressure water jet technologies in oil and gas industry were considered. The hardware for generation of oscillations in oil wells was analyzed. The dependencies for calculation of the main technical and technological parameters were presented.

**Key words:** intensification, cavitation, resonator, nozzle, generator.

Одним из перспективных направлений применения технологий, основанных на применении струй жидкости, является создание колебаний в различных устройствах при протекании через них жидкостей. Промышленно апробированными и широко используемыми в российской и зарубежной практике являются следующие направления использования импульсных высоконапорных струй: бурение скважин; интенсификация дебитов добывающих и повышение приемистости нагнетательных скважин; разветленно-струйное бурение; гидромониторное расширение; цементирование скважин; кавитационное диспергирование гетерогенных жидкостей; волновая обработка углеводородов для увеличения выхода ШФЛУ и т.п.

В российских и зарубежных источниках предложено значительное количество устройств, использующих колебательные эффекты затопленных струй в режиме развитой кавитации. В работе [1] критические условия, требуемые для генерирования кавитации, оцениваются через скорость потока воды в насадке, при которой достигаются предельные условия (разрыв жидкости):

$$W_{np} = \sqrt{\frac{2rV'\Delta t_{np}}{T(V''-V')}} \quad (1)$$

где  $W_{np}$  - предельная скорость потока;  
 $r$  - удельная теплота парообразования;  
 $\Delta t_{np}$  - предельное значение начального недогрева рабочей жидкости;  
 $T$  - абсолютная температура;  
 $V'', V'$  - удельные объемы паровой и жидкой фаз.

В работе [2] предложена формула определения частот кавитационных колебаний для трубок Вентури с углами раскрытия диффузора 20 и 30 ° в виде:

$$f = \frac{v \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}}{r \cdot \sqrt{\mu}} \cdot (1 - \sqrt{1 - \tau}) \quad (2)$$

где  $v$  - скорость жидкости в критическом сечении генератора;  $\beta$  - угол раскрытия диффузора генератора;  $r$  - радиус критического сечения;  $\mu$  - коэффициент расхода;  $\tau$  - параметр кавитации, равный соотношению давления подпора  $P_2$  к давлению питания  $P_1$ .

Собственная частота резонатора Гельмгольца вычисляется по формуле:

$$f = \frac{v}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{S}{V_0 L}} \quad (3)$$

где  $f$  - частота, Гц;  $v$  - скорость звука, м/с;  $S$  - площадь проходного сечения отверстия, м<sup>2</sup>;  $L$  - длина отверстия, м;  $V_0$  - объем резонатора, м<sup>3</sup>.

В резонаторах типа «органная труба» стоячие волны возможны лишь для тех случаев, когда на длине трубы укладывается нечетное число четвертей длин волн. Длина четвертьволнового резонатора определяется по формуле:

$$L = \frac{v}{4f} \quad (4)$$

где  $f$  - частота, Гц;  $v$  - скорость звука, м/с;

В работе [3] представлены данные об использовании колебаний в струйных потоках для сооружения подземного хранилища газа в соляных коллекторах. Авторы использовали роторную систему с кавитационными саморезонирующими соплами, аналогичными рассмотренным в работе [4]. Ускорение процесса растворения солей происходило за счет повторяющихся импульсных воздействий, создания микротрещин и увеличения поверхности солей в локальном объеме. Указывается, что максимальная эрозия происходит при числах Маха 0,08-0,09 и числе Струхала 0,3. При использовании саморезонирующих кавитационных насадков скорость сооружения подземной полости увеличивается более чем в 2 раза по сравнению со стандартным размывом постоянным давлением.

### Список использованных источников

1. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. – М.: Наука, 2000. – 414 с.
2. Пилипенко В.В. К определению частот колебаний давления, создаваемых кавитационным генератором. – В кн. Динамика насосных систем: сб. науч.тр. – Киев: Наук. думка, 1980. – С.127-131.
3. Song Xianzhi, Li Gensheng, Yuan Jinping and at. Mechanisms and field test of solution mining by self-resonating cavitating water jets.

4. Conn, A. F., Johnson, Jr., V. E., Lindenmuth, W. T., and Frederick, G. S., 1981, Some industrial applications of CAVIJETS cavitating fluid jets, Proc. First U. S. Water Jet Sympos., Golden, Colorado, p. V-2.1 - V-2. 11.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА  
НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ ДЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СОВЕТСКОЕ  
М.В. Омелянюк<sup>1</sup>), Д.С. Ширин<sup>2</sup>)**

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru

2) мастер трубного участка Советского месторождения, ОАО «Томскнефть» ВНК, г. Стрежевой, Россия, denya15571@rambler.ru.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы методы повышения эффективности ремонта насосно-компрессорных для эксплуатационного фонда скважин Советского месторождения

**Ключевые слова:** скважина, ремонт, добыча, насосно-компрессорные трубы, восстановление, эксплуатация.

**INCREASING OF THE REPAIR TECHNOLOGY EFFICIENCY  
OF PUMP-COMPRESSOR PIPES FOR THE DEPOSIT SOVIET  
Maxim V.Omelyanyuk<sup>1</sup>), Denis S.Shirin<sup>2</sup>)**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) pipe plot master of the Soviet field of OJSC "Tomskneft" VNK, Strezhevoy, Russia denya15571@rambler.ru.ru

**Abstract:** the article analyzes the improving methods of the repair tubing efficiency for wells of Soviet deposits

**Key words:** well, repair, production, tubing, restoration, operation.

**Советское месторождение** расположено в 60 км западнее поселка Александровское, ближайšie к нему месторождения Стрежевское и Малореченское. Месторождение приурочено к трем локальным структурам: Советской, Соснинской и Медведевской, осложняющим Соснинский вал в пределах северо-восточной части Нижневартовского свода.

Месторождение многопластовое, около 20 продуктивных пластов. Промышленная нефтеносность связана с отложениями коры выветривания, юрского и мелового возрастов. Первая залежь нефти была открыта в 1962 году в пласте Б<sub>10</sub>. За время эксплуатации месторождения на нем было пробурено более 1,7 тыс. скважин. Сегодня активно эксплуатируются 896.

На 01.01.2017 г. геологические запасы нефти кат. А+В+С<sub>1</sub> составляют 31,8 млн т. С начала разработки месторождения было добыто 110,9 млн т нефти. Лицензия на право пользования участком недр, включающим Советское месторождение принадлежит ОАО «Томскнефть ВНК».

Рано или поздно в жизни любой насосно-компрессорной трубы (если она еще не рассыпалась от коррозии) наступает день, когда ее эксплуатация уже невозможна по причине сужения внутреннего диаметра или частичного разрушения резьбы. На

переднем крае борьбы с вредными отложениями на НКТ и коррозией находятся нефтедобывающие компании. Не имея возможности повлиять на защитные качества уже находящихся в эксплуатации труб, нефтедобывающие компании либо отправляют такие трубы в лом, либо удаляют из НКТ все отложения и заново нарезают резьбу с помощью специального оборудования в составе ремонтных комплексов.

Целью данной работы является повышение эффективности технологии ремонта насосно-компрессорных труб на советскомнефти газовом месторождении в ОАО «Томскнефть ВНК».

К задачам работы относятся:

- описание состояния проблемы;
- описание маркетинговой стратегии развития данного сегмента рынка;
- описание конструктивных особенностей НКТ;
- описание производственного процесса, технологии ремонта НКТ, инструмента, оборудования;
- разработка и экономическое обоснование комплекса мероприятий, направленных на повышение эффективности ремонта насосно-компрессорных труб.
- описания безопасных условий труда и экологических требований.

Существуют различные технологии восстановления и ремонта НКТ. На Советском месторождении ремонт и восстановление НКТ производится наиболее современным методом по технологии нанесения на резьбу твёрдого слоя специального антизадириного покрытия (НТС), именно этот метод ремонта НКТ мы рассмотрим в данной работе.

Ремонт НКТ по технологии НТС осуществляется в соответствии с (ТУ 1327-002-18908125-06) и обеспечивает сокращение совокупных затрат на содержание фонда НКТ в 1,8 – 2 раза за счет:

- восстановления резьбы у 70 % труб без отрезания резьбовых концов и укорачивания тела трубы;
- увеличения более чем в 10 раз (гарантии до 40 СПО для фондовой НКТ и свыше 150 СПО для технологической НКТ при условии соблюдения РД 39-136-95) ресурса износостойкости резьбы отремонтированных труб по сравнению с ресурсом резьбы новых труб;
- сокращения в 2-3 раза объемов закупки новых НКТ за счет повышения ресурса восстановленных труб и сокращения отходов ремонтной деятельности.

#### **Список использованных источников**

1. РД 39-136-95 Инструкция по эксплуатации насосно-компрессорных труб.
2. Технологический процесс ремонта насосно-компрессорных труб на автоматизированной линии комплекса «НТС – 200» версия 2017-01
3. Положение ОАО «Томскнефть» ВНК ремонт насосно-компрессорных труб. Требования. Супервайзинг и порядок формирования рейтинга подрядных организаций.
4. ПБ 08-624-03 Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности.
5. Оборудование для добычи нефти и газа /В.Н. Ивановский [и др.] . - М.: Из-во «Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина», 2002.
6. API Specification 5B - Threading, gauging and thread inspection of casing, tubing and line pipe threads, Petroleum and Natural Gas Industries Steel Pipes Промышленность нефтяная и газовая. Трубы стальные. Требования к нарезанию, калиброванию и контролю резьбы обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб.- 15-е изд. 2008.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утверждены

приказом Федеральной службы по экономическому, технологическому и атомному надзору от 12.03.2013 г. № 101).

8. ISO 11960 Steel pipes for Use as Casing or Tubing for Wells. Промышленность нефтяная и газовая. Стальные трубы для использования в качестве обсадных и насосно-компрессорных труб. - 2004.

## ОЧИСТКА НКТ ОТ ОТЛОЖЕНИЙ СОЛЕЙ С ПРН

М.В. Омелянюк<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНГП Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** Из попутно-добываемых пластовых вод при изменении термодинамических условий может происходить выпадение солей. Солеотложению больше всего в нефтепромысловой практике подвержены насосно-компрессорные трубы. Если солеотложения характеризуются повышенной радиоактивностью, то утилизация насосно-компрессорных труб или их повторное использование в иных целях усложняется. В результате проведенных исследований разработана технология и установка гидродинамической очистки НКТ от отложений с природными радионуклидами.

**Ключевые слова:** соли, насосно-компрессорные трубы, кавитация, радиоактивность, гидродинамический, установка, очистка.

## CLEANING OF PCP FROM DEPOSITS OF SALTS WITH NRN

Maxim V. Omelyanyuk<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Abstract:** from the associated extracted reservoir waters when changing of thermodynamic conditions there can be a loss of salts. Most of all in oil-field practice pump and compressor pipes are subject to salt sedimentation. If salt sedimentations are characterized by the increased radioactivity, then utilization of pump and compressor pipes or their reuse in other purposes becomes complicated. As a result of the conducted researches the technology and installation of hydrodynamic cleaning of NKT of deposits with natural radionuclides is developed.

**Key words:** salts, pump and compressor pipes, cavitation, radioactivity, hydrodynamic, installation, clean.

Значительную работу по изучению причин, механизма, кинетике образования отложений солей при добыче нефти, по разработке методов прогнозирования осадконакопления, анализу методов предупреждения солеотложения провел Кашавцев В.Е. с соавторами [1, 2]. По оценкам ведущих специалистов США, убытки от солеотложений в скважинах и нефтяном оборудовании ежегодно превышают 1 млрд.долл. При этом затраты на капитальный ремонт от солеотложений и связанных с ними последствий одной вертикальной скважины составляют свыше 30 тыс. долларов США, в случае образования солевых осадков в горизонтальной части ствола горизонтальных и горизонтально-разветвленных скважин стоимость ремонта значительно возрастает, и солеотложение может приводить к их потере.

Отложению солей подвержены различные элементы скважин и глубинно-насосного оборудования. На промыслах в РФ накоплены большие объемы насосно-компрессорных труб с солеотложениями на внутренней поверхности. Их утилизация и переработка в ряде случаев осложняется наличием радионуклидов в составе солей, приводящих к невозможности их повторного использования, стандартной утилизации и т.п. При этом материал самих труб не содержит радионуклидов, и в случае очистки НКТ от отложений солей, они приобретают фоновый уровень излучения, могут повторно использоваться в скважине или в различных областях промышленности, а также перерабатываться как стандартный металлолом.

Одними из эффективных методов очистки насосно-компрессорных труб, загрязненных солеотложениями с радионуклидами, являются гидромеханические методы.

Была разработана экспериментальная установка очистки НКТ от отложений солей [3-5]. Опытно-промышленные исследования проводились на объектах ООО «РН-Ставропольнефтегаз» в 2001-2004 гг. Полученные результаты проведенных исследований позволили повысить производительность установок гидродинамической очистки НКТ от отложений солей на 20 %. Определяющее значение имеет прочность осадков и адгезии солеотложений к поверхности НКТ. Мощность дозы гамма-излучения от НКТ после очистки соответствовала фоновой.

В 2013 году в Украине на базе межобластного специализированного комбината (далее - Харьковского ГМСК), с участием представителей Государственной экологической Академии Минприроды Украины, НГДУ «Ахтырканефтегаз» ПАО «Укрнафта», были проведены испытания экспериментальной установки и технологии гидродинамической очистки отработанных НКТ и нефтепромыслового оборудования, загрязненных солями с радионуклидами.

В ходе эксперимента очистке подверглись как трубы НКТ, находящиеся в хранилище ГСП «ХГМСК», так и НКТ и оборудование, специально доставленное НГДУ «Ахтырканефтегаз». Радиационное загрязнение исходных образцов НКТ и оборудования по результатам дозиметрического контроля представлено в таблице 1. Степень загрязнения внутреннего диаметра НКТ солевыми отложениями составляла 35-60 %.

Т а б л и ц а 1

Уровни радиоактивного загрязнения очищаемого оборудования

Показатель	Значение загрязнения	Допустимый уровень загрязнения (согласно НРБУ-97 *)	Превышение нормы, раз
Плотность потока $\alpha$ -частиц, част.·см <sup>2</sup> ·мин <sup>-1</sup>	1-13	1	1-13
Плотность потока $\beta$ -частиц, част.·см <sup>2</sup> ·мин <sup>-1</sup>	300-5900	100	3-59
Мощность экспозиционной дозы (МЭД), мкР/ч	56-400	15	4-27

Комиссия подтвердила техническую возможность и эффективность гидродинамической очистки нефтепромыслового стандартного и нестандартного оборудования от комплексных по химическому составу отложений с повышенной радиоактивностью.

## Список использованных источников

1. Кащавцев В.Е., Мищенко И.Т. Солеобразование при добыче нефти. - М., 2004.- 432 с.
2. Кащавцев В.Е. Особенности солеобразования при разработке гранитоидных коллекторов нефти в условиях моря//Нефтяное хозяйство. - 2000. - № 12. - С. 76-78.
3. Омелянюк М.В. Разработка технологии гидродинамической кавитационной очистки труб от отложений при ремонте скважин: дис. на соискание учен. степ. канд. техн. наук. – Краснодар, 2004. - 214 с.
4. Омелянюк М.В. Очистка нефтепромыслового оборудования от отложений солей с природными радионуклидами // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - № 2. - 2008. С. 23-29.
5. Омелянюк М.В. Дезактивация нефтепромыслового оборудования от природных радионуклидов // Экология и промышленность России. - 2013. - № 2. С. 1-9.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ СИСТЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В.П. Родионов<sup>1</sup>, А.А. Ладенко<sup>2</sup>)

1) д-р техн.наук, проф. ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Краснодар, Россия, vik-rodio@yandex.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, saha-ladenko@yandex.ru

**Аннотация:** В статье представлено решение современных, экологически чистых и энергосберегающих способов очистки поверхностей систем оборудования. Представлено решение вопроса восстановления дебита водяных скважин, способов очистки поверхностей трубопроводов канализационных сетей, очистки рабочих органов насосных установок УЭЦН, внутренних поверхностей нефтепромыслового оборудования.

**Ключевые слова:** технология очистки, гидрокavitационный способ, разрушение, наслоения, струйный поток, полоса удаления наслоений.

## THE USE OF CLEANING OF THE EQUIPMENT SYSTEMS OF INDUSTRIAL AND ECONOMIC OBJECTS

V.P. Rodionov<sup>1</sup>, A.A. Ladenko<sup>2</sup>

1) Doctor of Technical Sciences, Professor of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, vik-rodio@yandex.ru

2) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, saha-ladenko@yandex.ru

**Abstract:** the article presents the solution of modern, environmentally friendly and energy-saving methods of cleaning surfaces and equipment systems. The solution to the question of recovery of flow rate of water wells, methods of cleaning surfaces of pipelines of sewerage networks, cleaning of the working bodies of the pumping systems of ESP and the interior surfaces of oilfield equipment are presented in the article.

**Key words:** technology cleaning, hydrocavitational way, destruction, stratifications, jet flow, strip of removal of stratifications

Экологическая обстановка в мире диктует необходимость внедрения на предприятиях современных энергосберегающих технологий, обеспечивающих безотходность процесса ликвидации углеводородных загрязнений, при условиях низкой стоимости работ по очистке промышленных и хозяйственных объектов, быстром освоении их промышленного производства и безопасной эксплуатации [1, 2].

Проблема создания принципиально новых технологий и средств, для очистки промышленных и хозяйственных объектов от сложных загрязнений приобретает особую актуальность. Это связано с необходимостью повышения инвестиций в компаниях для сохранения действующего фонда основных средств [1].

В статье предлагается высокоэффективная и энергосберегающая технология – технология использования высоконапорных струй. Использование мобильной установки, где установлено оборудование, может по требованиям выполняемых задач переукомплектовываться. Мобильность установки позволяет выполнять работы эффективно и в кратчайший срок, используя новые технологии. Данной установкой выполняется: обработка продуктивных пластов и фильтров, очистка канализационных систем водоотведения в любых отраслях производства, очистка рабочих элементов внутрискважинных установок, внутренних поверхностей нефтепромыслового оборудования и оборудования систем промышленных и хозяйственных объектов. Очистки поверхностей сетей и сооружений на них на сегодняшний день ведутся с использованием гидродинамического и супергидрокавитационного способа. Справедливость полученных результатов проверена на универсальной установке, прошедшей стендовые и промышленные испытания.

Авторами уже много лет ведутся разработки по использованию высоконапорных струй и технологий их реализующих [1]. В основе предлагаемых авторами методов лежит использование высоконапорных струй и приспособлений их реализующих. Например, метод очистки поверхностей кавитационным генератором колебаний давления с вращающейся головкой с насадками, приводимой во вращение силой реактивности струй из эксцентрично расположенных гидромониторов. Рабочей жидкостью служит подаваемый по трубопроводу пар, техническая вода или воднопесчаная смесь, которая усиливает эффект очистки металлической поверхности (при подборе параметров можно очищать любые поверхности). Такого рода устройства можно использовать в универсальных мобильных установках, выполняющих задачи очистки сложных конструкций как внешних, так и внутренних поверхностей оборудования различных отраслей промышленности. Если необходимо выполнять работы открытой струей, то в устройства вставляются сопловые насадки, если затопленными струями, то вставляются кавитаторы [2, 3].

В предложенных способах очистки поверхностей рабочим агентом является жидкость, поступающая от высоконапорного насоса к специальным приспособлениям, содержащим сопловые насадки или кавитаторы, из которых она истекает в виде струйных открытых или затопленных потоков на наслоения и производит их разрушение.

Зная параметры открытого струйного потока, а также конструкции сопловых насадок [1-4] можно регулировать качество и производительность гидродинамической очистки поверхности от наслоений, в зависимости от требуемых задач. Например, проведение капитального ремонта с сварочными работами, необходима определенная чистота поверхности. Сопловые насадки способны создавать компактные струйные потоки с высоким гидродинамическим силовым воздействием, разрушающим и удаляющим с очищаемой поверхности наслоения.

В настоящее время для содержания и ремонта систем и реализации гидродинамического и супергидрокавитационного способа в России и за рубежом

выпускается гамма мобильных комбинированных машин оборудованных высоконапорными насосами и аксессуарами для выполнения широкого круга задач.

#### Список использованных источников

1. Ладенко А.А., Родионов В.П., Ладенко Н.В.. Супергидрокавитационная технология очистки систем водоотведения// Энергосбережение и водоподготовка. – № 5(103). - 2016. С. 77-79.

2. Ладенко А.А., Родионов В.П., Ладенко Н.В.. Инновационный метод восстановления дебита артезианских скважин// Энергосбережение и водоподготовка. - № 6(104). - 2016. – С. 36-39.

3. Мобильный комплекс для очистки и увеличения дебита скважин: пат. на промышленный образец РФ № 66796 / В.П. Родионов [и др.].

4. Гидродинамический стенд: пат. на полезную модель. Полезная модель № 123520.RU/ А.А. Ладенко, Н.В. Ладенко.

#### НОВЫЙ ФОРМАТ ПОНТОНОВ ДЛЯ РЕЗЕРВУАРОВ НЕФТЕХРАНИЛИЩ У.И. Рустамов<sup>1)</sup>, Б.А. Мухамедгалиев<sup>2)</sup>

1). ассист. кафедры «Градостроительство» Ташкентского архитектурно-строительного института, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

2). д-р хим. наук, проф. кафедры «Строительные материалы и химия» Ташкентского архитектурно-строительного института, г. Ташкент, Республика Узбекистан. bd1962@mail.ru

**Аннотация:** В работе приведены результаты по разработке новых составов для модификации пенополиуретановых понтонов. Определены физико-химические и прикладные свойства новых модифицированных понтонов. Показаны возможные области практического применения понтонов.

**Ключевые слова:** понтон, нефтепродукт, пожары, модификация, испарение, резервуары, полимер, пенополиуретан.

#### NEW FORMAT OF PONTONES FOR TANKS OF OIL COMPANIES U.I. Rustamov<sup>1)</sup>, B.A. Mukhamedgaliev<sup>2)</sup>

1). Assistant of the Department of Urban Development of the Tashkent Architecture and Construction Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan;

2). Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Construction Materials and Chemistry of the Tashkent Architecture and Construction Institute, Tashkent, Republic of Uzbekistan. bd1962@mail.ru

**Abstract:** the results of development of new compositions for the modification of polyurethane foam pontoons are given in the work. The physico-chemical and applied properties of the new modified pontoons are determined. Possible areas of practical application of pontoons are shown.

**Keywords:** pontoon, oil product, fires, modification, evaporation, new form of pontoons for oil reservoirs reservoirs

Как показала отечественная и зарубежная практика промышленного производства и эксплуатации понтонов из пенополиуретана (ППУ), этот материал обладает удачным сочетанием механических, технологических и других свойств. Сравнивая характеристики понтонов из ППУ, с понтонами из других неметаллических материалов, можно выделить простоту обслуживания, ремонта и достаточно надежную герметизацию. В настоящее время имеется тенденция к увеличению использования понтонов из алюминия в резервуарах типа РВС. Как показала практика промышленного производства и эксплуатации понтонов из алюминия, этот тип плавающего покрытия

обладает лучшими характеристиками по сравнению со стальными и пенополиуретановыми понтонами.

Однако, процесс эксплуатации металлических понтонов показал возможность заклинивания, перекосов, что, в свою очередь, приводит к крупным авариям (падению понтонов на откачиваемый продукт с возникновением теплового эффекта, приводящего к пожарам и взрывам). Поэтому актуальными являются вопросы дальнейшего совершенствования конструкции понтонов для применения в жарких климатических условиях нашего региона.

В настоящее время стало известно много композиции, повышающих прочность, огнестойкость и практически не меняющих конструктивные свойства материалов. Однако они представляют собой низкомолекулярные соединения, которым свойственны такие недостатки, как склонность к миграции и выпотеванию из защищаемого материала, экстракция водой, низкая совместимость с полимером и другие, устранение которых возможно только применением огнезащитных составов полимерной природы.

Фосфорсодержащие композиции относят к основным или первичным замедлителям горения и многие из них являются антипиренами общего назначения. Кроме того, для снижения горючести полимерных материалов целесообразно применение смеси антипиренов. Огнезащитные составы обычно содержат основные замедлители горения и синергисты - вещества, усиливающие их действие (галогены, металлы и их оксиды).

В этом контексте нами были исследованы физико-химические свойства (температура разложения материалов) синтезированных огнестойких полимерных композиции, поскольку, зная их, можно приблизительно определить степень участия этих огнегасителей в процессах, протекающих в зоне пиролиза и в поверхностной зоне горения материала. Высокая эффективность ингибирования горения достигается при правильном подборе и введении в защищаемый материал тех или иных антипиренов, их совместимостью, растворимостью, температурами плавления, разложения антипиреновых композиции, а также температурами разложения материалов.

После идентификации основных характеристик синтезированных огнестойких полимерных композиции нами проводились исследования по совершенствованию конструкции понтонов, модификации комплектующих путем придания огне- и термостойкости, атмосферостойкости и влагостойкости.

Для этой цели разработанные новые огне- и биостойкие полимерные композиции на основе твердых отходов химических предприятий нашей республики, такие как, ОАО «Махам-Аммофос», ОАО «Махам-Чирчик» были введены в состав образцов аксессуаров и комплектующих - внешнее кольцо, уплотняющие затворы, газонепроницающие листы покрытия, дополнительное покрытие из лакированных материалов, а также пенополиуретана, которые были обработаны огнестойкими полимерными композициями различными способами такими как, прививка, сополимеризация, внутренняя и внешняя защита.

При введении в состав ППУ огнестойкой полимерной композиции, макромолекулы которого выполняют функцию модификатора, из-за совместимости полимеров, происходит уплотнение в периферийных частях ППУ, где протекает внешняя защита, т.е. протекает процесс внутримолекулярной модификации композиции на основе ППУ.

Исследовалось также влияние времени экспонирования металлической пластины в нефти на величину коэффициента налипания. Исследования показали, что увеличение времени экспонирования металлических пластин в нефтепродукт не дает практически заметного возрастания коэффициента налипания. Проводились эксперименты по определению влияния на массу налипшего нефтепродукта неоднократных погружений

металлических пластин в нефтепродукт. В результате установлено отсутствие такого влияния.

Целью дальнейших исследований явилось определение зависимости величин коэффициента налипания нефтепродуктов выработанных на нефтеперерабатывающих предприятиях нашей республики (ФНПЗ, БНПЗ) на образцов ППУ от вязкости.

Для получения зависимости величины налипшего нефтепродукта (коэффициента налипания) было выполнено 16 экспериментов. В процессе исследований выполнялись необходимые измерения, предусмотренные методикой. Результаты измерений записывались в журнал наблюдений. В качестве основного метода определения потерь нефтепродукта от налипания был принят метод взвешивания пенополиуретанового образца.

Статическую остойчивость оценивали путем сопоставления кренящего момента и восстанавливающего момента, возникающего при равнообъемном отклонении тела от исходного положения равновесия.

Таким образом, нами разработан новый пенополиуретановый понтон, модифицированный огнестойкой полимерной композицией, не требующий сложных технологических оформлений, доступный, простой, устойчивый к жарким климатическим условиям Центральной Азии. Практическое применение разработки может решить многие технологические, экономические и экологические проблемы республики.

## ОСВОЕНИЕ СКВАЖИНЫ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ ПОСЛЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

А.Р. Салихова<sup>1)</sup>

1) аспирант кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности Российского государственного университета нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, salikhova.alina@bk.ru

**Аннотация:** в статье предложена методика подбора режима работы насосного оборудования на время освоения скважины после проведения гидроразрыва пласта.

**Ключевые слова:** ЭЦН, ГРП, освоение, вынос проппанта, механические примеси, периодический режим работы насоса.

## ELECTRICAL SUBMERSIBLE PUMP RATE STABILIZATION AFTER HYDRAULIC FRACTURING OPERATION

Alina R. Salikhova<sup>1)</sup>

1) the postgraduate student of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Industry, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russia, Moscow, salikhova.alina@bk.ru.

**Abstract:** method of selection of electrical submersible pump regime before rate stabilization after hydraulic fracturing operation is presented in the article.

**Key words:** ESP, hydraulic fracturing, rate stabilization, proppant flow back, solids, intermittent flow.

На сегодняшний день более 80 % всей нефти России добывается с помощью установок электроцентробежных насосов (УЭЦН). Эксплуатация оборудования в скважине сопровождается различными осложняющими факторами, такими как вынос механических примесей, выпадение асфальтосмолопарафиновых веществ, солеотложения на органах насоса и в насосно-компрессорных трубах (НКТ), коррозия, негативно влияющими на режим работы оборудования и его наработку на отказ.

Поскольку за последнее время доля трудноизвлекаемых запасов в общей добыче углеводородов растет, все чаще на месторождениях Западной Сибири применяются

различные мероприятия для интенсификации добычи нефти. Одним из наиболее популярных является гидравлический разрыв пласта (ГРП), который позволяеткратно увеличить запускной дебит скважины по нефти за счет большего охвата пласта дренированием.

В зависимости от качества операций и применяемых материалов в период освоения и эксплуатации скважин после ГРП в той или иной степени происходит вынос твердых частиц (незакрепленного проппанта и разрушенной горной породы), отрицательное влияние которых является одной из самых частых причин отказов внутрискважинного оборудования.

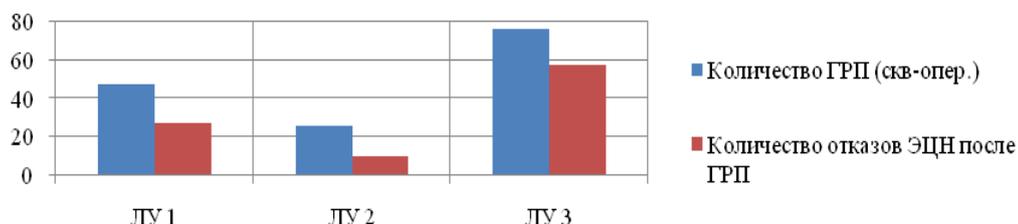


Рис. 1. Распределение количества ГРП и отказов ЭЦН после ГРП по лицензионным участкам одного из нефтегазодобывающих предприятий Западной Сибири (I половина 2017 г.)

#### НО по скважинам после операции ГРП, сут

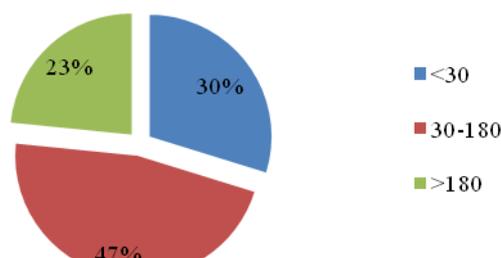


Рис. 2. Статистика наработки на отказ после проведения ГРП на нефтегазодобывающем предприятии Западной Сибири (I половина 2017 г.)

На сегодняшний день существует несколько вариантов борьбы с выносом механических примесей после проведения ГРП: свабирование скважины, промывка с использованием комплекса гибких НКТ (ГНКТ), обычная эксплуатация ЭЦН, монтаж и эксплуатация ЭЦН с фильтром от песка на приеме, монтаж ЭЦН-«жертвы», установка гравийного фильтра на забое скважины.

Данные способы обладают различными недостатками (высокая стоимость, ненадежность и длительное время освоения скважины). В свою очередь, компании, ведущие операторскую деятельность, стараются как можно быстрее запустить скважину в эксплуатацию и начать добывать углеводороды, поэтому очень часто после ГРП в скважину в период освоения спускается ЭЦН, которым в дальнейшем планируется вести эксплуатацию. Также стоит отметить, что такие методы, как установка фильтров на приеме, либо на забое применяются при постоянном выносе механических примесей, когда, например, коллектор слабосцементированный, в случае же освоения после ГРП наиболее важным моментом является именно начальный – запуск скважины в работу.

Суть предлагаемой методики заключается в выборе и поддержании режима периодической эксплуатации ЭЦН на время освоения скважины после ГРП. В

дальнейшем это оборудование будет использовано для эксплуатации скважины. Режим выбирается с учетом данных о свойствах жидкости и частиц, выносимых их пласта, их скорости осаждения, которая зависит от геометрии частиц, скорости движения и режима течения флюида в эксплуатационной колонне, а также свойств пластовой жидкости, таких как плотность и вязкость, которые могут меняться во времени с момента пуска ЭЦН в работу.

Зависимости для расчета осаждения под действием силы тяжести широко известна в специализированной литературе.

Далее рассчитываются циклы работы и остановки ЭЦН при условии перемещения частиц в интервале «забой – прием ЭЦН».

Применение данной методики позволит регулировать и контролировать подъем механических примесей с забоя скважины до уровня приема ЭЦН, исключая возможность попадания твердых частиц в рабочие органы насоса, и тем самым позволит продлить срок службы ЭЦН без затрат на дополнительное оборудование и потерь нефти во время простоя скважины.

#### **Список использованных источников**

1. Автухов Е. Передовые комплексные решения «БЕЙКЕР ХЬЮЗ» для добычи трудноизвлекаемой нефти//Нефтегазовая Вертикаль. - № 17-18/2014.
2. Оборудование для добычи нефти и газа. Ч. 2./ В.Н. Ивановский [и др.]. - М.: Нефть и газ, 2003. - С. 792.
3. Камалетдинов Р. С., Лазарев А. Б. Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями // Инженерная практика. - № 2/2010.

#### **АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ГНКТ**

**Д.И. Чистов <sup>1)</sup>, Н.В. Шахтарин <sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц., зам. зав. кафедрой «Механика и конструирование машин» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия, chistov.mf@mail.ru

2) магистрант кафедры МКМ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия, shakhtarin050@yandex.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы и рассмотрены причины выхода из строя гибких насосно-компрессорных труб; представлен метод повышения их долговечности

**Ключевые слова:** колтюбинг, труба, изгиб, овальность, инжектор, косовалковая правильная машина.

#### **ANALYSIS OF CAUSES OF DESTRUCTION OF COILED TUBINGS**

**Dmitriy I.Chistov <sup>1)</sup>, Nikita V.Shakhtarin <sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technological University”, city of Ufa, Russia, chistov.mf@mail.ru

2) the student of the Department of Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technological University”, city of Ufa, Russia, shakhtarin050@yandex.ru

**Abstract:** the article analyzes and discusses the reasons for the failure of long-tube tubes; a method of increasing their longevity

**Key words:** coiled tubing, pipe, bend, ovality, injector, skew right machine.

Наиболее слабым звеном колтюбинга является колонна гибких насосно-компрессорных труб (ГНКТ). Колтюбинговые установки в настоящее время используются практически во всех операциях цикла «разведка – добыча» на скважинах: при капитальном и текущем ремонте, при промывке скважин, каротажных работах, ГРП, а в последнее время и при бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин.

Диапазон причин, вызывающих разрушение ГНКТ достаточно широкий. ГНКТ подвержены износу и усталости в процессе спускоподъемных операций в скважине. В процессе обычных работ колонна гибких труб может получать механические повреждения.

- царапины, следы абразивного износа, зазубрины или борозды – из-за контакта с колодками цепей инжектора, устьевым оборудованием, обсадными трубами и оборудованием заканчивания скважин, также контакта с горными породами в случае необсаженной скважины.

- овальность – из-за изгиба трубы на желобе и барабане и другие.

Наряду со всеми, наиболее опасными являются напряжения изгиба. Во время каждого развертывания ГНКТ на трубы действует совокупность разнообразных силовых факторов, что сокращает срок эксплуатации колонны ГНКТ. При пути в скважину колонна ГНКТ разматывается с барабана, движется по криволинейной направляющей дуги и распрямляется при проходе через инжекторную головку и входе в скважину; в скважине колонна труб должна изогнуться, чтобы преодолеть приствольный участок горизонтального ствола скважины. Напряжения изгиба достигают максимальных значений на направляющей дуге и барабане, где они могут превысить предел текучести для сталей, из которых изготовлена данная колонна ГНКТ [1]. Наибольшее напряжение равняется:

$$\sigma_{max} = k_1 \frac{Md}{2J_z},$$

где  $d$  - внешний диаметр трубы, а

$$k_1 = \frac{2}{3k\sqrt{3\beta}}$$

– численный коэффициент, зависящий от размеров трубы [2].

Действие изгибающего момента усугубляется наличием внутреннего давления. В отличие от других трубных изделий, используемых в нефтегазовой индустрии, ГНКТ подвергаются пластической деформации из-за регулярных циклов изгиба, которые обусловлены прохождением через вертлюг и наматыванием на барабан. Внутреннее давление совместно с изменяющимися сгибающими нагрузками приводит к овализации ГНКТ (потере первоначального круглого состояния). Овальность труб сильно влияет на способность ГНКТ сопротивляться действию внутреннего или внешнего давления [3]. Формулы для определения напряжений в толстостенном цилиндре можно записать в виде:

$$\sigma_r = \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left( 1 - \frac{r_2^2}{r^2} \right) p;$$
$$\sigma_\theta = \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left( 1 + \frac{r_2^2}{r^2} \right) p;$$

где  $\sigma_r$  – радиальные, а  $\sigma_\theta$  – тангенциальные напряжения [4].

Один из способов повышения долговечности ГНКТ – это использование правильной секции инжектора, которая располагается между направляющим желобом

и инжектором [5]. С целью уменьшения овальности трубы, авторами предлагается разработать конструкцию правильной секции на основе косовалковой правильной машины, предназначенной для правки труб и круглых прутков. На основании и верхней раме машины расположены ползуны с роликами, закрепленными под определенным углом (30 °) к оси выправляемого изделия.

При косовалковом способе правки уменьшается овальность трубы. Вращающиеся ролики придают трубе поступательное движение и достигается высокое качество правильных работ, т.к. труба выпрямляется во всех плоскостях, а не в одной плоскости как в сортоправильных машинах с валками, расположенными в шахматном порядке.

Предлагаемая косовалковая правильная машина отличается от известных тем, что она содержит три двухвалковых обоймы, каждая из которых выполнена из опорного и нажимного вогнутых валков, причем длина валков средней обоймы превышает длину валков крайних обойм, с целью повышения качества правки. В данной машине планируется использовать 6 рабочих валков. Для достижения максимального эффекта, валки будут регулироваться по высоте. Рабочая поверхность каждого из трех валков обоймы, состоит из глобоидной поверхности, форма которой определяется диаметром горловины валка.

#### **Список использованных источников**

1. Rich Christie, Zhanke Liu, Roderic Stanley and at. Monitoring and managing coiled tubing integrity, Oilfield Review, May 2015: 27, no. 1.
2. Тимошенко С.П. Сопротивление материалов. Том первый. Элементарная теория и задачи // НАУКА. - 1965. -364 с.
3. Nelson Perozo, Carlos Paz, Javier Holzmann and at. High-end testing frame for coiled tubings, ITE – Clausthal University of Technology, September 2016.
4. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. Научная думка, 1975. - 703 с.
5. Steven Michael Tipton, Ed Smalley, Don VanArnam Influence of a straightener on coiled tubing fatigue, Society of Petroleum Engineers, 2012.

#### **К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**А.И. Шарнов<sup>1)</sup>, А.В. Ковалевская<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, a.i.sharnov@mail.ru

2) инженер кафедры МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия.

**Аннотация:** рассматриваются основы организации обслуживания и ремонта нефтепромыслового оборудования на базе методов имитационного моделирования.

**Ключевые слова:** моделирование, обслуживание, ремонт, нефтепромысловое, оборудование, месторождение, капитальный, насос, нефтяной фонд, обслуживание, бригада.

#### **TO THE QUESTION OF MODELLING OF SERVICE AND REPAIR OF THE OIL-FIELD EQUIPMENT**

**A.I. Sharnov<sup>1)</sup>, A.V. Kovalevskaya<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, a.i.sharnov@mail.ru

2) engineer of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia.

**Abstract:** the basis for the organization of maintenance and repair of oilfield equipment on the basis of simulation methods are discussed.

**Key words:** modeling, maintenance, repair, oilfield, equipment, field, major, pump, oil fund, service, team.

Основная масса нефтяных месторождений РФ в настоящее время находится на завершающей стадии разработки. Практически все месторождения переведены на систему поддержания пластового давления и механизированный способ добычи путем применения штанговых скважинных насосов (ШСН) и электроцентробежных насосов (ЭЦН).

Установки ЭЦН и ШСН эксплуатируются в сложных условиях, вызванных наличием в перекачиваемой жидкости мехпримесей, особенно с твердостью, превышающей твердость пар трения, и обуславливают более интенсивный износ рабочих поверхностей. зазоров в сопряженных участках. Количество капитальных ремонтов скважин в нефтяном фонде из года в год растет. Большое количество ремонтов связано с выполнением ловильных работ.

Анализ динамики показателей эффективности планового ремонта скважин (ПРС) показывает, что количество бригад ПРС уменьшается, а выработка на бригаду ПРС увеличивается. Выросли также продолжительность и стоимость одного ПРС. При этом растет количество скважин, ожидающих ПРС. Низкой остается и выработка на одну бригаду ПРС и капитального ремонта скважин (КРС).

Для повышения эффективности работы бригад ПРС необходимо планировать организационно-технические мероприятия с учетом существующей техники и технологии, применяемой в отрасли, разработать новые методические решения на основе законов распределения отказов скважин (по причинам отказов) с целью снижения затрат, сокращения бездействующего фонда скважин и повышения производительности труда бригад подземного ремонта скважин.

Система технического обслуживания и ремонта (ТОР) скважин состоит из комплекса положений и нормативов, определяющих стратегию проведения ремонтных работ по поддержанию и восстановлению работоспособности и ресурса находящихся в эксплуатации скважинных установок. При решении задачи обоснования требуемого уровня обобщенного показателя надежности работы нефтепромысловых систем обычно выбирают показатель эффективности технического обслуживания и ремонта скважин, характеризующий эффективность проводимых мероприятий.

Для обеспечения эффективности существующей на нефтяных промыслах системы технического обслуживания необходимо обеспечивать надежность системы не ниже 0,8 и 0,9 для ШСН и ЭЦН соответственно, при этом коэффициент эксплуатации не должен опускаться ниже 0,93. В современных условиях, когда фонд скважин старый, а месторождения введены в разработку в 70-х годах прошлого столетия, для обеспечения требуемой надежности работы необходимо принять новую схему организации ремонтных работ. При этом необходимо в качестве критерия оптимальности использовать коэффициент технической готовности и стремиться обеспечить максимальную прибыль при снижении затрат и количества отказов до минимума.

Анализ точечных байесовских оценок вероятности безотказной работы показал, что предложенные методы дают удовлетворительную для практики сходимость фактических и расчетных показателей. Поэтому для организации ремонтных работ на скважинах необходимо разработать систему технического обслуживания и ремонта при критериях оптимальности, характеризующих основные технико-экономические показатели работы фонда скважин [1].

Использование этой стратегии позволяет получить высокие показатели надежности работы установок ЭЦН ШСН УЭЦН при больших периодах проведения ТОР. Использование в качестве критерия оптимальности максимума коэффициента готовности, дает возможность увеличить межремонтный период работы скважин, следовательно, позволяет обеспечить дополнительную добычу скважинной продукции.

Результаты численного моделирования эффективности системы технического обслуживания и ремонта (ТОР) установок ЭЦН при ликвидации полетов ЭЦН, обрывов и отворотов колонны НКТ показали, что при чисто плановых обслуживаниях скважин мы не достигаем максимума коэффициента готовности, хотя имеем при плановых обслуживаниях ниже интенсивность отказов оборудования.

При плановых обслуживаниях скважин (ППР) наблюдаются удельные затраты выше, чем при использовании плановых профилактик при внеплановых ремонтах. Оптимальные периоды проведения ловильных работ меньше в 2-5 раз, хотя имеем при плановых обслуживаниях интенсивность отказов в 2-4 раза ниже.

Анализ также показывает, что наибольшая вероятность безотказной работы характерна для установок ЭЦН при прочих равных условиях (отсутствие технических проблем при условии выполнения требований по спуску в скважину и запуску насоса). В то же время самая высокая интенсивность отказов - по отворотам (обрывам) колонны НКТ.

Полученные результаты наглядно показывают эффективность плановых профилактик при внеплановых аварийных ремонтах.

Таким образом, в условиях предприятий нефте- и газодобычи ЮФО отказы оборудования вполне описываются законом распределения Вейбулла, а оценка функции распределения отказов и верхних границ применимости оборудования при заданных условиях эксплуатации возможна на основе байесовских методов.

#### **Список использованных источников**

1. Шарнов А.И. Байесовский подход в задачах принятия решений по обслуживанию объектов добычи нефти. В сборнике: Булатовские чтения. Материалы I Международной научно-практической конференции. Сборник статей. В 5-ти томах/ Под общ. ред. О.В. Савенок. – Краснодар, 2017. С. 305-307.

#### **ПРОМЫСЛОВЫЙ ДЕПАРАФИНИЗАТОР НЕФТИ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТОВАРНОГО ПРОДУКТА Н.Д. Шишкин<sup>1)</sup>, М.А. Марышева<sup>2)</sup>, В.В. Коренский<sup>3)</sup>**

1) д-р техн. наук, проф. кафедры ТМО ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Россия, г. Астрахань, n.shishkin-53@mail.ru

2) аспирант кафедры ТМО ФГБОУ ВО «АГТУ», Россия, г. Астрахань, vjyuvfhby@mail.ru

3) студент кафедры ТМО ФГБОУ ВО «АГТУ», Россия, г. Астрахань, vasyasport@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрены результаты разработки промышленного депарафинизатора нефти с получением товарного парафинового продукта и на основе

лабораторных экспериментальных исследований выполнена оценка его основных параметров.

**Ключевые слова:** депарафинизатор, парафиновый продукт, параметры, эффективность.

## OIL-DEPOSITOR WITH THE PRODUCTION OF THE COMMODITY PRODUCT

N.D. Shishkin<sup>1</sup>), M.A. Marysheva<sup>2</sup>), V.V.Korensky<sup>3</sup>)

1) Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technological Machines and Equipment, Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan, n.shishkin-53@mail.ru

2) the postgraduate student of the Department of Technological Machines and Equipment, Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan, vjyuvfhby@mail.ru

3) the student of the Department of Technological Machines and Equipment, Astrakhan State Technical University, Russia, Astrakhan, vasyasport@mail.ru

**Abstract:** the article considers the results of development of commercial oil dewaxing with the production of a commercial paraffin product and based on laboratory experimental studies, an assessment of its main parameters has been performed.

**Key words:** dewaxing agent, paraffin product, parameters, efficiency.

Асфальто-смоло-парафиновые отложения (АСПО), осложняют работу скважин, нефтепромыслового оборудования и трубопроводов, что приводит к снижению производительности и эффективности их работы [1]. Для борьбы с АСПО, состоящих на 85-95 %, из парафина существует много разнообразных химических, тепловых физических и механических методов [2-4]. Однако они не могут радикально решить проблему, они лишь дают временный эффект снижения АСПО. Вследствие этого достаточно актуальной представляется разработка промыслового депарафинизатора нефти (ПДН) с выделением АСПО на промысле для последующего использования их в качестве товарного парафинового продукта (ТПП).

Целью работы являлась разработка ПДН с получением ТПП. Основные задачи: разработка конструкции ПДН и оценка параметров ПДН на основе экспериментального исследования характеристик процесса образования ТПП.

Авторами предложен ряд конструкций ПДН на основе термогидроциклонов (ТГЦ) для депарафинизации нефти с получением ТПП [5, 6]. Конический корпус экспериментального ТГЦ имеет омываемую теплоносителем рубашку, входной тангенциально расположенный патрубок и выходной вертикально расположенный патрубок для нефти, а также входной и выходной патрубки для теплоносителя.

Эксперименты, проведенные на лабораторной установке, показали, что интенсивность оседания АСПО на стенках установки в начальный период времени имеет свои максимальные значения, с течением времени наблюдается плавный спад – снижение и стабилизация производительности установки [7]. Для оценки эффективности работы ПДН была определена концентрация осажденного в ТГЦ ТПП. Эффективность работы ТГЦ определялась по формуле (1), в соответствии с которой

$$\eta_{\text{ТГЦ}} = \frac{C_{\text{ТПП}}}{C_{\text{П}}} 100 \% \quad , \quad (1)$$

где  $C_{\text{ТПП}}$  и  $C_{\text{П}}$  – концентрация парафина в ТПП и в нефти.

Эксперименты показали, что эффективность работы ТГЦ при концентрации парафина в нефти не более  $C_{\text{П}} = 10 \%$  составила не менее  $\eta_{\text{ТГЦ}} = 43 \%$  и может быть увеличена до 60-70 %.

Полученные результаты использованы для оценки основных параметров ПДН. Например, для условий месторождения им. В. Филановского, на котором добывается высокопарафинистая нефть с содержанием парафина до 8–10 % высота каждого из 10 корпусов ПДН составит 1,0 м, диаметр – 0,5 м, производительность ПДН по нефти составит 648 т/ч, по парафину – 19 т/ч. ПДН позволит очистить нефть от парафина, повысив ее качество, и получить ТПП, более дорогой, чем товарная нефть. ТПП может быть использован, как сырье для получения на нефтехимических предприятиях парафина, лаков, красок, битума и других продуктов.

#### Список использованных источников

1. Учет особенностей образования асфальтосмолопарафиновых отложений на поздней стадии разработки нефтяных месторождений / М.Ш. Каюмов [и др.] // Нефтяное хозяйство. - 2006. - № 3. - С. 48-49.
2. Баймухаметов М.К. Совершенствование технологий борьбы с АСПО в нефтепромысловых системах на месторождениях Башкортостана: автореферат дис. на соискание учёной степени канд. техн. наук по спец. 05.17.07. – Уфа, 2005. - 16 с.
3. Исламов М. К. Разработка и внедрение удалителей асфальто – смолистых и парафиновых отложений на нефтяном оборудовании: дис. канд. техн. наук по спец. 05.17.07. – Уфа, 2005. – 125 с.
4. Скребковые кристаллизаторы. Отдел разработки и поставка Сайт компании «Химмаш-Аппарат» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.himpparat.ru/kristaillizator.php> (Дата обращения 21.04.2017 г.).
5. Шишкин Н. Д., Марышева М. А., Мамитов Д.С. Разработка промысловых депарафинизаторов нефти с получением асфальто-смоло-парафинового продукта / Вестник АГТУ. – 2017. - № 1. - С. 77-84.
6. Марышева М.А., Шишкин Н.Д. Разработка конструкций и оценка параметров промысловых депарафинизаторов с получением товарной битум-парафиновой смеси: материалы 61-ой Межд. научн. конф. педагог. работ. АГТУ/ 24-28 апреля 2017 г, [Электронный ресурс] : материалы / Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. Режим доступа: 1 электрон.опт. диск (CD-ROM).
7. Коренский В.В., Мамитов Д.С., Шишкин Н.Д. Экспериментальное исследование параметров термогидроциклона для депарафинизации нефти // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа. Материалы VIII Межд. научн.-практ. конф. Астрахань. 7 сентября 2017 г. -Астрахань: Изд-во АГТУ, 2015. - С. 139-143.

#### ДЕЭМУЛЬГИРОВАНИЕ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ С КОМПОЗИЦИЕЙ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ-ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО

И.Д. Эшметов<sup>1)</sup>, Р.Ж. Эшметов<sup>2)</sup>, А.А. Ахмаджонов<sup>3)</sup>

1) д-р техн. наук, зав. лабораторий Института общей и неорганической химии АН РУз, Узбекистан, г.Ташкент, buntik81@mail.ru

2) стажер-исследователь Института общей и неорганической химии АН РУз, Узбекистан, г. Ташкент, gasulbek2015@mail.ru

3) магистр кафедры Химическая технология переработки нефти и газа Ташкентского химико-технологического института, Узбекистан, г. Ташкент, buntik81@mail.ru

**Аннотация:** В данной работе показано, что композиция деэмульгатора ДГМФ, полученного на основе глицерина, мочевины и формалина, с полиэлектролитом

ГИПАН-УМ обладает сравнительно высокими деэмульгирующими эффектами, чем индивидуальные деэмульгаторы, при разрушении водонефтяных эмульсий местных Джаркурганской и Кокдумалакской нефтей.

**Ключевые слова:** деэмульгатор, эмульсия, эмульгатор, мочевины.

## THE DEMULSIBILITY OF OIL-WATER EMULSION WITH COMPOSITION OF THE POLYELECTROLYTE-SURFACTANT

I.D. Eshmetov<sup>1)</sup>, R.J. Eshmetov<sup>2)</sup>, A.A. Ahmadjonov<sup>3)</sup>

1) Doctor of Technical Sciences of the Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, head of the laboratory of the Institute of General and Inorganic Chemistry, Uzbekistan, Tashkent, buntik81@mail.ru

2) probationer of the Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, Institute of General and Inorganic Chemistry, 100170, Uzbekistan, Tashkent, rasulbek2015@mail.ru

3) Master of the Department of Chemical Technology Refinement Oil and Gas at the Tashkent Chemical Technology Institute, Uzbekistan, Tashkent

**Abstract:** in this work it is shown that the composition of the demulsifier DGMP derived from glycerol, urea and formaldehyde, polyelectrolyte GIPAN-UM has a relatively high demulsifying effects than individual demulsifiers, destruction of water-oil emulsions and Kokdumalak local Jarkurgan oil.

**Keywords:** demulsificator, emulsion, emulsifier, carbamide.

В настоящее время для деэмульгирования нефтей путем разрушения водонефтяных эмульсий, наряду с поверхностно-активными веществами (ПАВ) также используются их композиции с полиэлектролитами (ПЭ). Это связано с тем, что указанные композиции обладают сравнительно высокими деэмульгирующими способностями, чем ПАВ и ПЭ по отдельности.

ами был синтезирован деэмульгатор - ДГМФ на основе глицерина, мочевины и формалина, обладающий ярко выраженными поверхностно-активными свойствами. Оказалось, ДГМФ обладает достаточно высокой деэмульгирующей способностью при обезвоживании и обессоливании нефти и не уступает по этим характеристикам привозному и применяемому в настоящее время аналогу – деэмульгатору Диссольтван-4411.

С целью повышения эффективности деэмульгирующего действия ДГМФ, исследованы его композиции с полиэлектролитом Акватайм (ГИПАН-УМ). Данный полиэлектролит широко используется в качестве реагента-стабилизатора буровых растворов при бурении соленосных отложений, а также в качестве агента интенсифицирующий процесс нефтеотдачи сильнообводненных нефтяных скважин.

Композиции ДГМФ с ГИПАН-УМ получены при различных соотношениях концентраций их растворов  $n = C_{\text{пав}} / C_{\text{пэ}}$ , где значения  $n$  колеблются в пределах 0,2-1,0.. Экспериментально показано, что в составе композиций свойства ПАВ сохраняются и при повышении температуры даже заметно усиливаются.

Деэмульгирующие свойства композиций изучены на примере разрушения 10 % обратных эмульсий Джаркурганской и Кокдумалакской нефтей и сопоставлены с аналогичными свойствами деэмульгатора Диссольтван-4411. Эмульсии содержали по 1 000 мг хлорида натрия.

Приготовленные водонефтяные эмульсии характеризовались агрегативной устойчивостью и их разрушения изучались по истечении 30 мин после приготовления. Для чего добавились к ним композиций растворов ПАВ/ПЭ в количествах 100 г на тонну нефти. При этом определялись количества выделившейся воды в течение определенного времени при постоянной 60 °С температуре. Из данных экспериментов

следует, что композиция, полученная при  $n = 1,0$ , имеет наилучший эффект деэмульгирования для обеих водонефтяных эмульсий, её эффективность при одном и том же расходе на тонну нефти превосходит эффективность действия импортируемого Диссольвана-4411. Деэмульгирующее действие композиции усиливается с возрастанием значения “n” и имеет наибольшие показатели при  $n = 1$ , что указывает на образование при этом деэмульгирующей композиции с оптимальными свойствами, т.е. на образование комплекса, полиэлектролит-поверхностно-активное вещества, способствующего наилучшему снятию эмульгирующей пленки адсорбционного слоя эмульгатора в граничных слоях между водными сферическими частицами дисперсной фазы эмульсии и сплошной нефтяной дисперсионной средой.

Деэмульгирующий эффект действия возрастает с увеличением концентрации ДГМФ в композиции при сохранении концентрации полиэлектролита в ней постоянной и равной 0,05 осново-моль/л.

При переходе от эмульсии на основе Джаркурганской нефти к эмульсии на основе Кокдумалакской нефти деэмульгирующее действие композиции возрастает. Аналогичная картина наблюдается и в случае Диссольвана-4411 и ДГМФ. Это связано с тем, что по сравнению с Кокдумалакской нефтью Джаркурганская нефть более тяжелая и характеризуется относительно большим содержанием парафиновых углеводородов, служащих эмульгаторами водонефтяных эмульсий и повышающих их агрегативную устойчивость.

Следует отметить, что композиция имеет также лучшие показатели по конечному обезвоживанию и обессоливанию нефтей. Исследования показали, что 2 часовая воздействие композиций деэмульгаторов на эмульсии Кокдумалакской нефти, способствует их обезвоживанию на 96 %, а использование Диссольвана-4411 или ДГМФ для этих целей обезвоживает их только на 92 % и 90 % соответственно. Степень обезвоживания эмульсии Джаркурганской нефти достигает (при использовании Диссольван-4411 и ДГМФ 90 % и 86 %). Степени обессоливания этих эмульсий достигает, соответственно, 93 % (при использовании Диссольван-4411 и ДГМФ 90 и 88 %) и 95 % (при использовании Диссольван-4411 и ДГМФ 87 % и 84 %). Дальнейшее поддержание системы при комнатной температуре под воздействием композиции способствует дальнейшему ее обезвоживанию и обессоливанию. В результате степень обезвоживания достигает 97 % и 98 % для Джаркурганской и Кокдумалакской нефти, а степень обессоливания достигает 94 % и 96 % соответственно.

Из данных экспериментов также видно, что деэмульгатор ДГМФ, полученный на основе местных полупродуктов, по эффективности деэмульгирующего действия, весьма близок к Диссольвану-4411.

Таким образом, как с помощью индивидуальных ПАВ, полученных на основе местных сырьевых ресурсов, так при помощи их композиций с ПЭ можно обеспечить решение актуальной проблемы импортозамещения по деэмульгаторам водонефтяных эмульсий при обезвоживании и обессоливании Узбекистанских нефтей.

## **ПОЛУЧЕНИЕ УГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВОГО СВЯЗУЮЩЕГО**

**С.К. Юсупов, Ф.М. Юсупов, И.Д. Ешметов, Г.М. Бектурдиев, А.Р. Курбанов**

Институт общей и неорганической химии, Академия наук республики Узбекистан, г. Ташкент. suhrob090990@gmail.com, +998974540990, +998998443367

**Аннотация:** В тезисе приведены данные о получении угольных брикетов с применением нового связующего и технологические свойства полученных брикетов.

**Ключевые слова:** брикет, гидролиз, уголь, связующего, растворитель.

## **OBTAINING COAL BRIQUETTES WITH THE APPLICATION OF A NEW BINDING**

**S.K. Yusupov, F.M. Yusupov, I.D. Eshmatov, G.M. Bekturdiyev, A.R. Kurbanov**

**Abstract:** the thesis contains data on the production of coal briquettes using a new binder and the technological properties of the obtained briquettes.

**Key words:** briquette, hydrolysis, angle, binder, solvent.

Для создания научно-технической продукции изучены разные местные сырьевые ресурсы в целях получения качественного связующего для производства угольных брикетов. Для приготовления угольных брикетов служит мелочь из сухих, плохо спекающихся Ангренские бурые угли, которая не годится сжигания в топке, так как она проваливается через колосники. Для получения прочных брикетов, к угольной мелочи прибавляют различные связующие вещества, как органические, так и неорганические, например известь, нефтешлам, глину, каолин, цемент и др. и сильно прессуют ее. Главная задача при производстве угольных брикетов состоит в том, чтобы наиболее полно произвести смешивание угольной мелочи со связующим, которая из экономических соображений должна быть взята в минимальном количестве, но, однако, в таком, чтобы при прессовании брикетов получалась вполне прочная масса. Количество связующего, необходимое для формования брикетов, зависит как от свойств самой связующего, так и от свойств взятого угля. Угольные брикеты можно применять для производственных, и бытовых нужд населения, а так же как энергетическое сырье можно применяют на электростанциях. Использование угольных брикетов позволяет решать проблемы поставок качественного топлива.

Преимущества брикетирования угля: Увеличение размеров угольного продукта, снижение количества выбросов в атмосферу при сгорании, в результате процесса брикетирования получается угольный брикет высокого качества со стандартными показателями, простота транспортировки и хранения, возможность легко контролировать расход при употреблении, высокая теплоотдача в процессе сгорания угольного брикета, угольные брикеты легко воспламеняются и горят достаточно продолжительное время, решение проблемы самовозгорания мелочи в процессе хранения.

Для получения связующего для угольных брикетов изучены разные местные сырьевые ресурсы в целях получения качественного связующего для производства угольных брикетов.

В лаборатории химической технологии ИОНХ АН РУз синтезирован и испытан в лаборатории и в производственных условиях УП «Наманган кумир етказувчи» нового связующего на основе местного сырья. Основной состав нашей новые модифицирующие связующей - гидролизат ПАН, отход сахарного производства «Ангрэн шакар» и органический растворитель и т.д.

Процессу брикетирования угля подвергают отсева (мелочь) бурых углей марки 2БОМСШ и Б-2. Зольность не должна превышать 45 %.

Вышеприведенные угли смешивают со связующими, которые должны обеспечивать высокую механическую прочность, вода- и термоустойчивость брикетов и не быть токсичными. Принципиальная схема брикетирования угля включает

следующие операции: дробление до крупности – 3-5 мм (с предварительном грохочением), прессование, складирование.

Процесс брикетирования, таким образом, обычно имеет следующие этапы:

1. Дробление. Уголь мелко дробится, потому что при меньшем размере частиц получается более прочный брикет.

2. Связующие вещества. Связующие вещества требуются для того, чтобы прочность брикета была достаточной для дальнейшей транспортировки и использования. Типы связующих веществ, которые используются - это отходы отечественных производств. Типичное содержание такой добавки - от 5 % до 10 % по весу. Мелкий уголь и связующее вещество смешиваются в мешалке или лопастном смесителе.

3. Изготовление брикетов. Смесь угля со связующим веществом поступает к двойному роликовому прессу, поверхность которого имеет углубления. Может быть получен ряд форм брикета в зависимости от типа углублений ролика. Наиболее обычная форма брикета - форма подушки. Давление увеличивает плотность смеси из угля и связующего вещества в 1.5-3 раза. Брикетирование мягкого бурого угля с высокой влажностью от 20 % до 30 % - процесс, несколько отличный от описанного выше. Качество бурых углей часто повышается путем брикетирования, которое включает дробление, просеивание и сушку угля до приблизительно 15 % влажности, а затем прессовку экструзией без связующих веществ в компактное образование. После прессовки экструзией уплотненный уголь нарезается, после сушки упаковывается в мешки.

Результаты испытаний цилиндрических брикетов, изготовленных со связующим, разработанным в ИОНХ АН РУз представлены в таблице.

№ брикета и пробы угля	Зола, %		Влага, %		Теплота сгорания ккал/кг	Механическая прочность		
	норма	факт.	норма	факт.		норма	факт.	влажность после просушки
1	45,0	31,9	20,0	38,2	2 570	46,1-76,0	82,3	31,6
2	45,0	35,1	20,0	34,2	2 570	46,1-76,0	80,4	26,1
3	45,0	30,5	20,0	35,0	2 720	46,1-76,0	95,1	23,4
4	45,0	37,6	20,0	35,8	2 330	46,1-76,0	92,1	29,0
<i>Примечание</i> - Определение мех. прочности проведено после просушивания брикетов.								

На таблице видна, лабораторные исследования показали, что технический анализ полученного цилиндрического брикета угля калорийность и мех. прочность имеют высокие показатели качества, зольность низкие.

Брикеты обладают высокими энергетическими характеристиками, могут транспортироваться на любые расстояния и технологичны при хранении. Они могут эффективно использоваться в малой энергетике и при бытовом (печном) использовании.

## КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ВЫСОКОУСТОЙЧИВЫХ ЭМУЛЬСИЙ

В.У. Ямалиев<sup>1)</sup>, А.А. Фатыхова<sup>2)</sup>

1) д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой МОНПП ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Россия, г. Уфа, ngpo\_ugntu@mail.ru

2) магистрант кафедры МОНПП ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия, sashafatychova@yandex.ru

**Аннотация:** в статье рассматривается проблема существования промежуточного слоя в емкостном оборудовании, систематизированы существующие методы предотвращения образования и разрушения промежуточных слоёв.

**Ключевые слова:** водонефтяная эмульсия, разрушение, промежуточный слой.

## CLASSIFICATION OF METHODS OF PREVENTION AND DESTRUCTION OF HIGHLY STABLE EMULSIONS

Ville U. Yamaliev<sup>1)</sup>, Alexandra A. Fatychova<sup>2)</sup>

1) doctor of Technical Sciences, Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technological University”, city of Ufa, Russia, ngpo\_ugntu@mail.ru

2) the student in the master`s programme of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Ufa State Petroleum Technological University”, city of Ufa, Russia, a0835581@mail.ru

**Abstract:** the article deals with the problem of the existence of an intermediate layer in capacitive equipment, the existing methods of preventing the formation and destruction of intermediate layers are systematized.

**Key words:** water-oil emulsion, destruction, intermediate phase.

В последние годы существенно осложнились технологические процессы подготовки нефти. Основными причинами этого являются: увеличение обводненности продукции скважин, опреснение воды и как следствие уменьшение разницы между плотностями нефти и пластовой воды, применение химических реагентов для интенсификации добычи нефти и борьбы с соле- и парафиносмолистыми отложениями в трубопроводах систем сбора, использование ингибиторов коррозии и различных реагентов при бурении и ремонте скважин, повышение содержания сульфида железа как в нефти, так и в пластовой воде. Все это повышает стойкость нефтяных эмульсий и осложняет процесс подготовки нефти. В настоящее время при промышленной подготовке нефти наблюдается периодическое поступление на объекты подготовки аномально-стойких, высоковязких и трудно разрушаемых эмульсий гелеобразного вида, которые не поддаются термохимическому разрушению в промысловых условиях и накапливаются в отстойных аппаратах. Промежуточные слои негативно влияют и на экономические показатели. Подготовка скважинной продукции к транспорту является высокзатратным процессом. Он характеризуется высокой энерго- и металлоемкостью, что связано с необходимостью разрушения водонефтяных эмульсий. Чтобы снизить отрицательное влияние промежуточных слоев на окружающую среду, необходимо постоянно сбрасывать их в амбары-шламонакопители и перерабатывать. После переработки промежуточных слоев остаток (нефтешлам) необходимо утилизировать. Для минимального загрязнения окружающей среды нефтешламами необходимы новые технологии утилизации промежуточных слоев. На сегодняшний день актуальна проблема разрушения эмульсий промежуточного слоя, образуемого при хранении и подготовке нефти, поскольку их углеводородная часть является перспективным сырьем

для получения широкого ассортимента нефтепродуктов, проблемы, связанные с промежуточными слоями, не решены в полной мере и требуют дополнительных исследований.

Все существующие технологические решения, направленные на разрушение промежуточного слоя, можно условно разделить на две группы: технологические приемы, позволяющие предотвратить образование промежуточного слоя, и, различные по своему принципу методы, позволяющие разрушать уже образовавшиеся промежуточные слои. Разработана классификация основных методов предотвращения образования и разрушения промежуточных слоев.

Методы предупреждения образования промслоев классифицированы по объектам применения: скважине, системе нефтесбора, системе подготовки нефти. Методы разрушения промслоев классифицированы по способу разрушения и типу стабилизации эмульсии. По способу разрушения выделены индивидуальные технологические схемы и воздействие в зоне образования промслоев. По типу стабилизатора эмульсии различают сульфидно-асфальтосмолопарафинового типа и эмульсии стабилизированные гелеобразными ассоциатами, образованные при передозировании идемульгаторов.

Изучен существующий на сегодняшний день опыт применения современных технологий предотвращения образования и разрушения стойких эмульсий, по научным статьям последних лет, способы, предложенные в научных статьях так же включены в классификацию [1-7].

В настоящее время ни один из способов (химический, механический или комбинированный) не позволяет получать из высокостойких стабилизированных эмульсий конечные продукты с регламентируемым качеством. Поэтому, очень актуальной является проблема изучения промежуточных слоев, разработки эффективных методов и средств разрушения anomalно устойчивых водонефтяных эмульсий, содержащих повышенное количество механических примесей.

#### **Список использованных источников**

1. Голубев М.В. 2005. Научные основы герметизированных технологий подготовки скважинной продукции на поздней стадии разработки нефтяных месторождений: дис. ... д-ра техн. наук. - Уфа, 2006. - 254 с.

2. Гумерова Д.М., Методы разрушения и предотвращения образования промежуточных слоев в технологическом оборудовании// Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института.- 2012. - Том 10, № 1. С.94-100.

3. Заббаров Р.Р., Разрушение высокоустойчивых эмульсий комбинированным методом //Известия высших учебных заведений. Серия: химия и химическая технология. - 2007. - Том 50, № 6. - С. 80-84.

4. Сакаева А.Г., Фахрутдинов Б. Р. Опыт применения химического реагента СНХП-4802 для разрушения высокоустойчивых промежуточных слоев в НГДУ «ДЖАЛИЛЬНЕФТЬ»// Вестник Казанского технологического института. - 2016. - Том 19, № 5. - С. 55-56.

5. Сакаева А.Г., Фахрутдинов Б.Р. Результаты проведения опытно-промышленных испытаний реагента «СНПХ-4902(Л)» и 5 %-го моющего раствора по разрушению высокоустойчивого промежуточного слоя в РВС-5 КПНС «ПУРПЭ»// Вестник Казанского технологического института. - 2015. - Том 18, № 22. С. 84-86.

6. Тюгаева Е.С., Долматов М. Ю.. Причины образования устойчивых нефтяных эмульсий и способы их разрушения//Universum: Технические науки. - 2017. - Том 4, № 37. - С. 64-69.

7. Фатхутдинов Б.Р., Фаттахова Г.Р. Исследование методов разрушения промежуточных слоев в ЦПНС «ПРОСВЕТ»// Вестник Казанского технологического института. 2016. - Том 19, № 5. - С. 64-66.

## Секция 2

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СКВАЖИН

**Председатель:** директор филиала ООО «РН-Сервис» Е.Н. Зотов.

**Ученый секретарь:** доц. кафедры МОНГП АМТИ, канд. техн. наук  
А.И. Шарнов.

---

## Section 2

### INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR RECOVERY OF WELL PRODUCTIVITY

**Chairperson:** branch director of LLC «ROSNEFT- SERVICE»

E.N. Zotov.

**Scientific Secretary:** associate professor of MEOGF chair АМТИ,  
candidate of technical sciences A.I. Sharnov.

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ПО ОЧИСТКЕ СКВАЖИНЫ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СКРЕБКА НАДДОЛОТНОГО

Д.С. Антонов<sup>1)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2)</sup>

1) мастер по КРС компании по ремонту скважин КРС «Евразии», Россия  
г. Когалым;

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНГП АМТИ ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный технологический университет», Россия, г. Армавир.  
m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы характеристики гидромеханического  
скребка наддолотного и выделены преимущества его внедрения

**Ключевые слова:** скважина, пласт, скребок, очистка, бурение, цементный мост,  
частота.

### INCREASE OF EFFICIENCY OF WORKS OF CLEANING WELLS THROUGH THE USE OF A NEAR-BIT CASING SCRAPER

D.S. Antonov<sup>1)</sup>, M.V. Omelyanyuk<sup>2)</sup>

1) major workover master at WO company "Eurasia", Russia, Kogalym;

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and  
Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute

(branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Abstract:** the article analyzes the characteristics of the hydromechanical near-bit casing scraper and highlights the advantages of its implementation.

**Key words:** well, formation, scraper, cleaning, drilling, cement bridge, frequency.

В процессе капитального ремонта скважин большой объем работ связан с разбуриванием цементных мостов, пробок из цемента, смол и других тампонирующих веществ. Некачественная очистка стенки эксплуатационных колонн от затвердевших тампонирующих материалов является основной причиной различных осложнений, таких как осложнения при проведении последующих СПО инструмента, оборудования и проведения геолого-технических мероприятий скважины.

Для повышения качества очистки эксплуатационной колонны после при разбуривании цементного моста, предлагается применять наддолотный скребок (рис. 1, 2), который состоит из корпуса 3, трех поршней 2, расположенных под углом 120° (СН-102М - из двух поршней, расположенных под углом 180°), с резцом из твердого сплава 8 (горячая посадка) (закаленный металл) и резиновым кольцом 7, возвратной пружины 1, установленной на каждый поршень. Поршень 2 с возвратной пружиной 1 удерживается крышкой 4 на 2-х шпильках 6 с шайбой 5. В центральное проходное отверстие вворачивается штуцер 9.

При подаче промывочной жидкости за счет разности диаметров отверстий корпуса 3 и штуцера 9 создается перепад давления, в результате чего поршень 2 перемещается до полного выдвижения резцов 8 к стенке эксплуатационной колонны.

Так как скребок соединен с забойным двигателем, то резцы, вращаясь, снимают цементную корку со стенок эксплуатационной колонны по мере спуска инструмента на длину проходки. Работа в интервале нарушения колонны возможна.

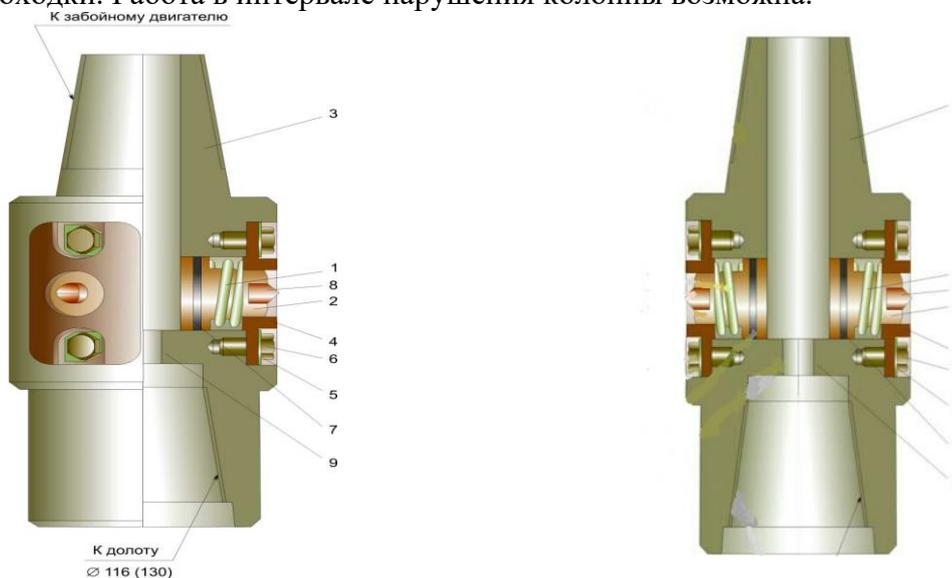


Рис. 1. Скребок наддолотный СН-146 М      Рис. 2. Скребок наддолотный в разрезе

Во избежание осложнений в стыках эксплуатационной колонны при внутренних диаметрах эксплуатационных колонн менее величин максимального диаметра по вылету резцов, необходимо вылет резцов возможно уменьшить установкой на поршнях регулировочных шайб соответственно по внутреннему диаметру эксплуатационной колонны.

Основные преимущества применения гидромеханического скребка наддолотного следующие:

1. Снижение рисков по возможным осложнениям, в связи с некачественной обработкой Э/К райбером и его возможным прихвата, так как у скребка низкий риск прихвата, относительно малые оптимальные для очистки Э/К резцы.

Во время работы райбером при возможных неполадках мехротора и агрегата ЦА-320 увеличивается риск прихвата райбера в связи с остановкой Д-105, а при использовании скребка наддолотного при прекращении подачи промывочной жидкости резцы возвращаются в исходное положение и мы можем произвести подъем компоновки без осложнений.

2. Второе это увеличение выработки, использование скребка наддолотного позволяет сократить количество СПО для восстановления диаметра эксплуатационной колонн, таких как СПО райбера, именно по той причине, то что скребок наддолотный совместно с долотом и ВЗД будет производить бурение, как цементного моста, так и снятие цементной корки со стенок Э/К.

По Тевлино-Русскинскому месторождению при средних показателях производят около 60 разбуриваний ЦМ в год, при покупке и установке 1-2 скребков при производстве работ для восстановления диаметра эксплуатационной колонны бригады по капитальному ремонту сократят по 60 СПО, что в часах будет более 2000.

**Принцип работы.** При подаче промывочной жидкости за счет разности диаметров отверстий корпуса 3 и штуцера 9 создается перепад давления, в результате чего поршень 2 перемещается до полного выдвигания резцов 8 к стенке эксплуатационной колонны. Так как скребок соединен с забойным двигателем, то резцы, вращаясь, снимают цементную корку со стенок эксплуатационной колонны по мере спуска инструмента на длину проходки

#### **Список использованных источников**

1. Омельянюк М.В. Пахлян И.А. Гидродинамические и кавитационные струйные технологии в нефтегазовом деле: монография. - Краснодар: ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017.- 215 с.

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СКВАЖИН С УЧЕТОМ ОСОБЫХ ГОРНО- ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО**

### **МНОГОЦЕЛЕВОГО ТВЕРДОГО ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ**

**Р.А. Гасумов<sup>1)</sup>, И.Ю. Шихалиев<sup>2)</sup>, И.С. Шихалиева<sup>3)</sup>**

1) д-р техн. наук, проф., первый заместитель генерального директора АО «СевКавНИПИГаз», Россия, г. Ставрополь, Priemnaya@scnipigaz.ru

2) канд. техн. наук, директор научно-технического центра по оказанию сервисных услуг в повышении производительности скважин АО «СевКавНИПИГаз», Россия, г. Ставрополь, ShihalievIY@scnipigaz.ru

3) старший научный сотрудник отдела по оказанию услуг при проведении ремонтно-восстановительных работ в скважинах ПХГ научно-технического центра по оказанию сервисных услуг в повышении производительности скважин АО «СевКавНИПИГаз», Россия, г. Ставрополь, ShihalievaIS@scnipigaz.ru

**Аннотация:** в статье авторы приводят инновационные технологии восстановления и повышения производительности газовых скважин месторождений и ПХГ, эксплуатируемых в сложных горно-геологических условиях, за счет применения

разработанного ими многоцелевого твердого пенообразующего состава, обладающего термостабильностью (до 85 °С), высокой выносящей способностью и позволяющего обеспечить длительный межоперационный период за счет пролонгированного действия ТПАВ.

**Ключевые слова:** пеноэмульсионные системы, газовые и газоконденсатные месторождения, микроэмульсии, накопившаяся жидкость, призабойная зона пласта, твердый пенообразователь, залежь, обводнение, газовойодяной контакт, поверхностно-активные вещества, термостабильность.

## **POSSIBILITY FOR RESTORATION OF WELLS PERFORMANCE CHARACTERISTICS ACCORDING TO SPECIFIC MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS USING THE INNOVATIVE MULTI-PURPOSE SOLID FOAMING AGENT**

**R.A. Gasumov <sup>1)</sup>, I.Y. Shikhaliev <sup>2)</sup>, I.S. Shikhalieva <sup>3)</sup>**

1) Doctor of Technical Sciences, Prof., First Deputy General Director, JSC "SevKavNIPigaz", Stavropol, Russia, Priemnaya@scnipigaz.ru

2) Candidate of Technical Sciences, Director of the Scientific and Technical Service Center for Well Productivity Improvement, JSC "SevKavNIPigaz", Stavropol, Russia ShihalievIY@scnipigaz.ru

3) Senior Researcher of the Department for Rendering Repair and Restoration Services for UGS wells, Scientific and Technical Service Center for Well Productivity Improvement, JSC "SevKavNIPigaz", Stavropol, Russia, ShihalievaIS@scnipigaz.ru

**Abstract:** in the article the authors present innovative technologies for the restoration and improvement of gas wells productivity at fields and UGS, exploited in complex mining and geological conditions using the multi-purpose solid foam-forming composition developed by them which has thermal stability (up to 85 °С), high cutting-carrying capacity and allows to provide long interoperation time due to the prolonged action of solid surfactants.

**Key words:** foam emulsion systems, gas and gas condensate fields, microemulsions, accumulated liquid, bottom hole formation zone, solid foaming agent, reservoir, watering, gas-water contact, surfactants, thermal stability.

За более чем полувековой срок работы АО «СевКавНИПИГаз» накопленный опыт разработки газовых и газоконденсатных месторождений на их поздней стадии свидетельствует о том, что наиболее доступным и экономически эффективным способом удаления скапливающейся в скважинах жидкости является ввод в них пенообразователей различных составов и видов на основе поверхностно-активных веществ.

Анализ уже существующих составов пенообразователей для удаления жидкости из газовых скважин показывает, что основными недостатками известных составов является их низкая термостабильность, недостаточная выносящая способность, высокие экономические затраты и ограниченность применения при различных температурных режимах.

Для решения вышеуказанных проблем и задач в АО «СевКавНИПИГаз» разработан инновационный многоцелевой твердый пенообразующий состав с учётом следующих требований: - термостабильность до 85 °С; высокая выносящая способность; удаление с забоя высокоминерализованной жидкости до 300 г/л; удаление с забоя с содержанием газового конденсата до 50 об.%; длительный межоперационный период за счет пролонгированного действия ТПАВ; экономическая целесообразность при использовании.

Лабораторные исследования эффективности твердого пенообразователя проводились на модельной установке.

В исследованиях оценивалось влияние на эффективность удаления скважинной жидкости твердого пенообразователя, концентрации поверхностно-активного вещества, концентрации целевых добавок и температуры.

Проведенные исследования с использованием твердого пенообразователя позволили оценить эффективность удаления скважинной жидкости в зависимости от концентрации пенообразующего вещества, концентрации целевых добавок и температуры.

Совместное применение в рецептуре предлагаемого твердого пенообразователя ингредиентов обеспечивает повышение эффективности удаления жидкого пластового флюида из скважин, продукция которых содержит пластовую воду с содержанием солей до 300 г/л при температуре до 85 °С и содержанием углеводородного конденсата до 50 об.%, за счет использования твердого пенообразователя пролонгированного действия с улучшенными пенообразующими и выносящими свойствами.

Применение в рецептуре твердого пенообразователя ингредиентов, характеризующихся особенностями строения, наличием химически активных функциональных групп – гидроксильных (ОН), карбонильных (С=О) и окси (-О-) групп, взаимным влиянием ингредиентов, объясняет эффект, проявляемый твердым пенообразователем.

Инновационные ингредиенты содержащиеся в составе твердого пенообразователя приводит к увеличению температурного интервала устойчивости предлагаемого твердого пенообразователя, обеспечивает синергетический эффект и возможность использования твердого пенообразователя для удаления жидкого пластового флюида из скважин при температуре до 85 °С. При этом температура каплепадения его составляет 90 °С.

Активность твердого пенообразователя в минерализованной воде не снижается, так как ПАВ образует комплексы с ионами структурообразователя. В широком диапазоне минерализации пластовой жидкости образовывается гидрофильная (легкая) пеноэмульсия с высокой выносящей способностью, что в свою очередь приведет к повышению эффективности удаления жидкого пластового флюида из газовых и газоконденсатных скважин, продукция которых содержит пластовую воду с содержанием солей до 300 г/л при температуре до 85°С и содержанием углеводородного конденсата до 50 об.%.

Применение инновационного многоцелевого твердого пенообразователя позволит газодобывающим предприятиям имеющим проблему по восстановлению производительности скважин со сложными горно-геологическими условиями эксплуатации, решить эту сложную комплексную задачу и держать добычу на плановом уровне.

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАБОЕВ ДОБЫВАЮЩИХ И ЛИКВИДИРУЕМЫХ СКВАЖИН**

**Е.Н. Зотов<sup>1)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2)</sup>, И.А. Пахлян<sup>3)</sup>**

1) генеральный директор филиала ООО «РН-Сервис» в г. Краснодаре,  
г. Краснодар, Россия, evgzotov@icloud.com

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП Армавирского  
механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный технологический университет», г. Армавир, Россия,  
m.omelyanyuk@mail.ru

3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** для большинства месторождений, вступивших в позднюю стадию разработки, все более актуальным становится необходимость проведения работ по ликвидации уплотненных глинисто-песчаных пробок в скважинах. Предложены технология и технические средства восстановления забоев добывающих и ликвидируемых скважин.

**Ключевые слова:** скважина, забой, ликвидация, интенсификация, дебит, насос.

## **IMPROVEMENT OF THE BOREHOLE EQUIPMENT FOR CLEANING OF FACES OF THE COMMERCIAL AND ABANDONED WELLS**

**Evgeniy N. Zotov<sup>1)</sup>, Maxim V. Omelyanyuk<sup>2)</sup>, Irina A. Pahlyan<sup>3)</sup>**

1) CEO of LLC RN-Service branch in Krasnodar, Krasnodar, Russia, evgzotov@icloud.com

2) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

3) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** for the majority of the fields which have entered a late stage of development more and more relevant is a need of work on elimination of the condensed argillo-arenaceous plugs in wells. Technology and technical means of restoration of faces of the commercial and abandoned wells are offered.

**Key words:** well, face, elimination, intensification, output, pump.

В настоящее время, в связи со старением фонда скважин, возрастает ежегодное количество ремонтных работ по добывающим и ликвидируемым скважинам месторождений Краснодарского края, соответственно, возрастают затраты недропользователя - ООО «РН-Краснодарнефтегаз». Становится актуальным вопрос повышения эффективности ремонтных работ, проводимых силами ООО «РН-Сервис», в том числе сокращения времени на очистку забоя от уплотненных глинисто-песчаных пробок в добывающих и ликвидируемых скважинах.

На рисунке 1, а) представлена схема для реализации предлагаемой технологии удаления уплотненной глинисто-песчаной пробки в добывающей скважине [1]. Сущность технологии заключается в том, что на колонне насосно-компрессорных труб до песчаной пробки спускают в скважину кавитационное гидродинамическое устройство, заменяющее собой «косой срез».

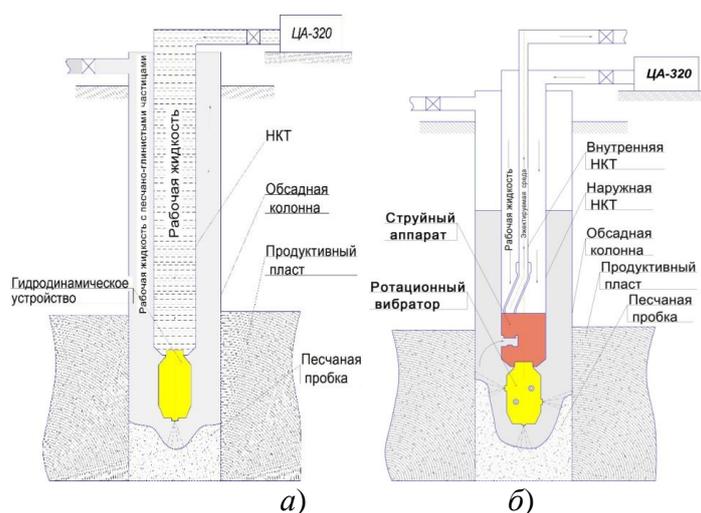


Рис. 1. Технология восстановления забоя скважин:  
*а* – ликвидируемой скважины; *б* – добывающей скважины

Внутри устройства расположен профилированный канал, который формирует гидромониторную струю жидкости или генерирует кавитационное истечение, эффективно разрушающее и размывающее песчаную пробку. В результате уплотненная песчано-глинистая пробка разрушается значительно быстрее, эффективнее, по всему сечению ствола скважины, без механического воздействия «косым срезом» или фрезером, и, соответственно, без негативного воздействия на стенки эксплуатационных колонн. В случае восстановления забоя добывающей скважины с низким пластовым давлением, для предупреждения кольтации пласта технологическими жидкостями, разработана технология и технические средства восстановления забоя на депрессии (рисунок 1, б).

Жидкостную среду подают по межтрубному пространству НКТ на ротационный гидравлический вибратор [2] и струйный насос. Жидкостная среда под давлением 10-35 МПа истекает из сменных гидромониторных насадков вибратора, начинается обработка продуктивного пласта, направленная на разрушение пробки и раскольтацию интервала перфорации скважин, а также воздействие импульсов частотой от 10 до 150 Гц на продуктивный пласт. Отложения разрушаются и перемешиваются с жидкостной средой, образуется пассивный поток. Часть потока рабочей жидкости поступает на сопло струйного насоса, создается зона пониженного давления. Весь пассивный поток с загрязнениями из интервала перфорации и ствола скважины увлекается в камеру смешения струйного насоса, в которой активный и пассивный потоки перемешиваются, и далее поток по внутренней колонне НКТ направляется на устье скважины. В качестве жидкостной среды используют нефть, пластовую воду, химические реагенты: кислоты (соляная, плавиковая и др), комплексоны, ПАВы, т.е. обеспечивается совмещение реагентной обработки и волнового воздействия на пласт.

### Список использованных источников

1. База данных «Техника и технология ликвидации глинисто-песчаных пробок в добывающих скважинах». Свидетельство об официальной регистрации № 2016621298/ А.П. Аладьев [и др.] Дата рег. в Реестре Роспатента 21.09.2016 г.

2. Омелянюк М.В. Гидравлические генераторы колебаний в нефтегазовом деле// Научно-технический журнал «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса». - № 3. - 2011. - С. 54-60.

## ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КИСЛОТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОЛЛЕКТОРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХСЯ РАЗЛИЧНОЙ КАРБОНАТНОСТЬЮ И СТРУКТУРОЙ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА

ГОРНЫХ ПОРОД

Д.А. Мартюшев<sup>1)</sup>

1) ст. преп. кафедры НГТ ФГБОУ ВО ПНИПУ, г. Пермь, Россия, martyushevd@inbox.ru

**Аннотация:** для увеличения продуктивности скважин в карбонатных коллекторах проводят кислотное воздействие, эффективность которого зависит от карбонатности и особенностей структуры пустотного пространства пород. В рамках доклада проведены лабораторные исследования с целью оценки эффективности применяемых кислотных составов на нефтяных месторождениях Пермского края, характеризующихся различной карбонатностью и структурой пустотного пространства горных пород.

**Ключевые слова:** кислотные обработки, карбонатные коллектора, структура пустотного пространства, томографические исследования, фильтрационные исследования, микротрещиноватость, коэффициент восстановления проницаемости.

## LABORATORY STUDIES OF ACID COMPOSITION FOR THE RESERVOIR, CHARACTERIZED BY VARIOUS CARBONATE AND STRUCTURE VOIDS ROCKS

Dmitriy A. Martyushev<sup>1)</sup>

1) Senior Lecturer of the Department of Oil and Gas Technologies, Federal State Budgetary Institution of Higher Education Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, martyushevd@inbox.ru

**Abstract:** to increase the productivity of wells in carbonate reservoirs, an acid effect is carried out, the efficiency of which depends on the carbonate content and the features of the structure of the void space of rocks. Within the article, laboratory studies have been carried out to evaluate the effectiveness of the acid compositions used in the oil fields of Permsky Krai, characterized by different carbonate content and the structure of the void space of rocks.

**Key words:** acid treatments, carbonate reservoirs, structures voids space, tomography studies, filtration research, microfractures, coefficient of permeability recovery

Значительная доля запасов углеводородов (около 65 % всех остаточных извлекаемых запасов) на территории Пермского края приурочена к карбонатным отложениям турнейско-фаменского и башкирского возраста. К основным особенностям данных коллекторов следует относить значительное разнообразие структурно-генетических типов пород, слагающих продуктивные пласты, а также специфическое строение их пустотного пространства. Одним из самых распространенных и простых химических методов, направленных на увеличение коэффициента продуктивности добывающих скважин, является проведение кислотных обработок. Несмотря на простоту метода и большой опыт проведения обработок, стоит серьезно относиться к планированию кислотного воздействия, так как по статистике около 40-45 % проведенных операций не достигают ожидаемого эффекта.

Проведенный анализ по определению карбонатности горных пород позволил установить, что содержание кальцита, обуславливающее высокую эффективность

кислотного воздействия, характерно для образцов керна Уньвинского, Гагаринского и Маговского месторождений. Для месторождения им. Сухарева и Озерного месторождения характерно повышенное содержание доломита, менее эффективно реагирующего с соляной кислотой, нежели кальцит. Для месторождений южной группы отмечается значительное содержание нерастворимого осадка, что является фактором, снижающим эффективность кислотного воздействия.

До и после моделирования кислотного воздействия на образцах керна выполнялись рентгенотомографические эксперименты (рис. 1).

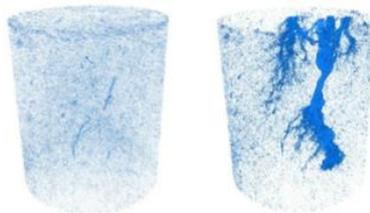


Рис. 1. Изменение структуры пустотного пространства образца керна

Использование 3D-моделей образцов керна позволяет визуализировать и учесть структуру пустотного пространства до моделирования кислотной обработки и более полно и всесторонне подойти к анализу результатов и эффективности этого воздействия.

По результатам проведенных фильтрационных и томографических исследований установлено, что структура пустотного пространства и карбонатность горных пород нефтяных месторождений Пермского края являются факторами, которые обуславливают эффективность кислотного воздействия. Наименьший прирост проницаемости после кислотного моделирования отмечается на месторождении им. Сухарева, характеризующиеся повышенным содержанием доломита и нерастворимого осадка; на Гагаринском месторождении, для которого характерно наличие явно выраженной трещиноватости. Таким образом, проведение кислотных обработок, рассмотренными составами на данных месторождениях, является нецелесообразным мероприятием. Для остальных рассматриваемых объектов получены значительные приросты коэффициента восстановления проницаемости.

Таким образом, по результатам проведенных исследований получены следующие выводы:

- Продуктивные карбонатные отложения месторождений Пермского края характеризуются разнообразной и сложной структурой пустотного пространства;
- Кислотное воздействие необходимо проводить с учетом карбонатности и строения пустотного пространства горных пород;
- Проникновение кислотного состава в зону развития микротрещиноватости может привести к изменению направления кислотного воздействия, что необходимо учитывать, особенно вблизи водонасыщенных интервалов пласта.
- Проведение кислотных обработок, рассмотренными составами на месторождении им. Сухарева и Гагаринском месторождении, в связи с незначительным приростом коэффициента проницаемости является нецелесообразным мероприятием.

#### Список использованных источников

1. Анализ проведения геолого-технических мероприятий по увеличению продуктивности добывающих скважин на нефтяных месторождениях Пермского края / П.Ю.Илюшин [и др.] // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. - 2015. - № 15. - С. 81-89/

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИСАДОК  
НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ**  
Д.М. Махманов<sup>1)</sup>, А.М. Хакимов<sup>2)</sup>, Б.А. Мухамедгалиев<sup>3)</sup>

1) доц. кафедры «Общая химия» Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан;

2) докторант кафедры «Общая хими» Ташкентского гос. технич. ун-та им. И. Каримова;

3) д-р хим. наук, проф. кафедры «Строительные материалы и химия» Ташкентского архитектурно строительного института, bjd1962@mail.ru

**Аннотация:** В работе показаны возможности синтеза новых присадочных материалов к смазкам на основе местных сырьевых ресурсов. Показаны возможности практического применения полимерных присадок.

**Ключевые слова:** присадка, полимер, смазка, поликонденсация, депрессор, сырье, ресурсы, коллоидные свойства, молекулярно-массовое распределение.

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE ADDITIVES BASED  
ON LOCAL RAW MATERIAL RESOURCES**

D.M. Makhmanov<sup>1)</sup>, A.M. Khakimov<sup>2)</sup>, B.A. Mukhamedgaliyev<sup>3)</sup>

1) Associate Professor of the Department of General Chemistry of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Republic of Uzbekistan;

2) Doctoral candidate of the Department of General Chemistry of the Tashkent State Technical University named after I.Karimov;

3) Doctor of Chemical Science, Professor of the Department of Building Materials and Chemistry of the Tashkent Architectural Construction Institute. bjd1962@mail.ru

**Abstract:** the work shows the possibilities of synthesizing new filler materials for lubricants based on local raw materials. The possibilities of practical application of polymeric additives are shown.

**Key words:** additive, polymer, lubricant, polycondensation, depressant, raw materials, resources, colloidal properties, molecular weight distribution.

Условия работы смазочных масел в современных двигателях и механизмах стали настолько напряженными, что нефтяные масла в чистом виде независимо от качества исходного сырья и методов его переработки не могут обеспечить их нормальную работу.

Введение функциональных групп или химических элементов в различные органические соединения, используемые в качестве присадок к маслам, позволяет повысить эффективность действия этих соединений в направлении улучшения тех или иных свойств смазочных масел. Поэтому исследования в области синтеза присадок, содержащих в своем составе различные функциональные группы, имеет важное значение с точки зрения получения многофункциональных присадок к маслам.

С целью синтеза депрессорных присадок нами были проведены исследования по введению в молекулу олигомеров  $\alpha$ ,  $\beta$ -дихлоргидринглициринафосфорсодержащих фрагментов и разработке технологии получения фосфорсодержащих присадок на основе  $\alpha$ , $\beta$ -дихлоргидринглициринас фосфорсодержащими соединениями, полученными на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов.

Процесс поликонденсации фосфорсодержащего компонента с  $\alpha$ ,  $\beta$  - дихлоргидринглицирином проводили как в массе, так и в среде различных органических растворителей. Закономерности поликонденсации фосфорсодержащего компонента (ФСК) с  $\alpha$ ,  $\beta$ -дихлоргидринглицирином изучали при эквимольных соотношениях исходных компонентов в интервале температур 333-373 К в течение 300 минут. Протекание процесса поликонденсации контролировали потенциометрическим титрованием кислотных групп.

Поскольку изменение приведенной вязкости и выделение хлористого натрия являются прямым результатом описываемых процессов, то количественная оценка двух этих факторов и послужила методом определения скорости поликонденсации ДХГ и ФСК. На основании температурной зависимости процесса поликонденсации определена его энергия активации, которая составляет 31,9 кДж/моль. Продукты реакции представляют собой очень вязкие неокрашенные либо окрашенные в янтарный цвет жидкости. Состав и строение синтезированных фосполиолов установлены элементным анализом и методами ИК-, ПМР-, ЯМР  $^{31}\text{P}$ -спектроскопией.

В дальнейших исследованиях мы изучали влияние молекулярно-массового распределения разработанной нами присадки на свойства как депрессора к маслам. На гель-хроматограммах разработанной присадки в некоторых случаях кроме пика основного вещества были обнаружены пик низкомолекулярной фракции- примеси ( $M=500$ ) и пик высокомолекулярной фракции ( $M=1500-20000$ ). Наличие последней, сильно сказывается на значении  $M_w$ , практически не влияя на  $M_n$ , что в итоге приводит к существенному изменению отношения  $M_w/M_n$ . Установлено, что модифицированные разработанными присадками смазки не подвержены синерезису, при этом выявлено, что наполнители (например, графит) также повышают коллоидную стабильность смазок.

Химическую стабильность смазок определяли окислением навески их в бомбе под давлением кислорода (8 атм) при 100 °С или выдерживали навески в специальных кюветах в термостате при повышенной температуре. О стабильности судили по количеству поглощаемого кислорода, во времени и по нарастанию кислотных чисел смазок.

Установлено, что введение разработанных присадок в состав смазок приводит к уменьшению воды, вследствие гидрофильности композиции, что также снижает коррозию металлических частей механизмов. Кислотность и кислотное число модифицированных разработанными нами присадками смазок определяли по ГОСТ 5985-59. Индикатором служил нитрозиновый желтый (дельта) или фенолфталеин. При испытании многих смазок и специальных масел, содержащих окисленные нефтепродукты, кислотные числа, определенные с применением нитрозинового желтого и фенолфталеина, не совпадали.

Вязкость пластичных смазок измеряли на автоматическом капиллярном вискозиметре, так как она определяет возможность их заправки в механизмы запуска машин, а также потери мощности на трение. Особенно важно знать вязкость смазок при низких температурах. При постоянной температуре вязкость изменяется в зависимости от скорости деформации смазок. Обычно в стандартах на смазку регламентируется максимально допустимое значение вязкости при той или иной низкой температуре и скорости деформации. Предел прочности на сдвиг это минимальное напряжение сдвига, вызывающее разрушение структурного каркаса пластичной смазки и переход ее к вязкому течению. Этот показатель измеряли на капиллярном пластометре К2. С целью производства более качественных товарных масел на Алты-Арыкском производстве Ферганского нефтеперерабатывающего завода была отработана технология производства смазочных материалов, модифицированных разработанными присадками. Работа по производству модифицированных масел и солидола осуществлялась в химической лаборатории (ХЛ-1) Алты-Арыкского производства ФНПЗ.

Установлено, что при работе в механической трансмиссии (в коробке передач, в ведущем мосте) модифицированные разработанными присадками промышленные масла проявляют все качества, присущие трансмиссионным маслам, отвечающим современным требованиям.

Вместе с тем они обеспечивают также работу гидромеханических коробок передач без вибрации, проскальзывания и заедания дисков сцепления. Последнее, является существенным преимуществом фосфорсодержащих присадок перед промышленными присадками марки «Ферад» и ЭФО.

Таким образом, нами разработаны новые полифункциональные фосполиолы, которые могут быть применены в качестве присадки к горючесмазочным материалам.

Поскольку, применяемые в настоящее время в промышленности присадки завозятся из-за рубежа, они труднодоступны, токсичны и дороги.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИМПЛОЗИОННОГО УСТРОЙСТВА В МЕТОДАХ ИНТЕНСИФИКАЦИИ НЕФТИ И ГАЗА

К.В. Моисеев<sup>1)</sup>, Г.И. Ахиярдинова<sup>2)</sup>

1) канд. физ.-мат. наук, доц. кафедры «Механика и конструирование машин» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия;

2) магистрант кафедры МКМ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Россия, zaichonokgulya@mail.ru.

**Аннотация:** в статье проанализирован метод интенсификации нефти с применением имплозионного устройства.

**Ключевые слова:** метод интенсификации, имплозионное устройство, призабойная зона пласта, имплозионная обработка, давление, имплозионная камера.

## APPLICATION OF IMPLOSION DEVICE IN METHODS OF OIL AND GAS INTENSIFICATION

Konstantin V. Moiseyev<sup>1)</sup>, Gulshat I. Akhiyardinova<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.(Phys.–Math.), Associate Professor of the Department of Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technical University», Ufa, Russia;

2) the student in the master's programme of the Department of Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ufa State Petroleum Technical University», Ufa, Russia., zaichonokgulya@mail.ru.

**Abstract:** the article analyzes the method of oil intensification with the use of an implosion device.

**Key words:** intensification method, implosion device, bottomhole formation zone, implosion treatment, pressure, implosion chamber.

В настоящее время многие месторождения находятся на поздней стадии разработки, в связи с чем возникает проблема выработки остаточных извлекаемых запасов.

Для увеличения дебита скважин используются следующие методы интенсификации нефти:

- гидравлический разрыв пласта (ГРП) и его различные варианты - многократный ГРП, направленный ГРП, ГРП на солянокислотной основе и т.д.;
- соляная обработка и её варианты;
- гидрорескоструйная перфорация и её сочетания с ГРП и соляной обработкой.

Альтернативным способом решения проблем увеличения дебита скважин является имплозионная обработка скважин.

Обработка призабойной зоны пласта осуществляется при помощи имплозионного устройства. Оно воздействует на пласт путем создания импульсов высокого давления в зоне перфорации с целью повышения нефтеотдачи и приемистости скважин.

Эффективность воздействия на среду (на горную породу, на призабойную зону скважин) методом имплозии определяется амплитудой повышения давления и временем, в течение которого это повышение давления продолжается. Для оценки этих параметров примем следующую схему процесса.

Первая стадия. После разрыва мембраны жидкость входит в камеру, образуя

струю. Эта стадия оканчивается, когда струя достигнет нижнего конца имплозионной камеры - плоскости установки плунжера (рис. 1).

Вторая стадия. Струя выбивает плунжер на нижнем конце камеры. Вверх по камере и вниз по скважине распространяется скачок давления и скорости. Эта стадия продолжается до тех пор, пока скачок в камере не дойдет до ее верхнего конца, отразится (от расширения) и вновь вернется к ее нижнему концу (рис. 2).

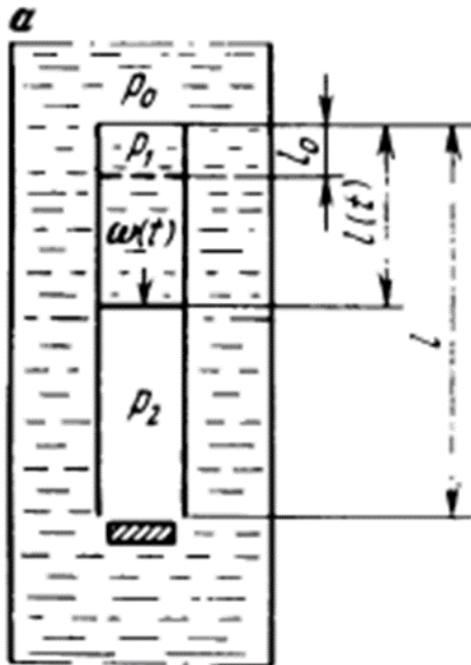


Рис. 1. Схема процесса имплозии первой стадии

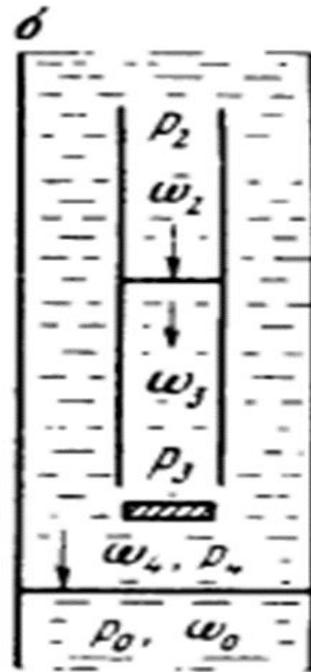


Рис. 2. Схема процесса имплозии второй стадии

За счет эффекта имплозии в ПЗП можно создать гидравлический удар давлением, в 2 раза и более превышающим горное, что обеспечивает улучшение фильтрационных свойств призабойных зон скважин за счет расширения естественных или образования там остаточных искусственных трещин, при этом затрагивая меньше ресурсов.

Наиболее приемлемым из всех известных нам устройств для проведения имплозии является устройство С.И. Севостьянова, нашедшее промышленное применение в целях интенсификации добычи нефти. Оно отличается простотой конструкции, его изготовление возможно в условиях любого промысла.

Эффективность имплозионной камеры можно увеличить также за счет увеличения ее объема, в частности, за счет диаметра.

Имплозионный метод позволяет увеличить коэффициент продуктивности скважины и ускорить выработку запасов. Его применение возможно там, где другие методы, такие как гидроразрыв пласта (ГРП) с закреплением проппантом, кислотная обработка призабойной зоны (ОПЗ) не эффективны или рискованны.

## Список использованных источников

1. Бурьян Ю.А., Сорокин В.Н., Капелюховский А.А., Бекшенев А.С. Виброударный автоколебательный генератор//Омский научный вестник № 3(70). – Омск, 2008. – С. 75–78.
2. Патент RU 2320866. – С. 2.
3. Попов А.А. Имплотация в процессах нефтедобычи. - М.: Недра. – 1996. – 186 с.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ АЧИМОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА УРЕНГОЙСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

В.П. Овчинников<sup>1)</sup>, Д.Е. Булыгин<sup>2)</sup>

1) д-р техн. наук, зав. кафедрой Технологические решения строительства скважин на месторождениях со сложными геолого-технологическими условиями их разработки, ФГБОУ ВО «Тюменского индустриального института», Россия, г. Тюмень, ovchinnikovvp@tyuiu.ru

2) магистрант кафедры ТССм ФГБОУ ВО «ТИУ», г. Тюмень, Россия, daniilbul94@gmail.com

**Аннотация:** в статье проанализированы методы вскрытия и разработки ачимовских отложений на Уренгойском месторождении.

**Ключевые слова:** газоконденсатная скважина, Ачимовские отложения, Уренгойское месторождение, бурение, разработка, гидроразрыв пласта, низкопроницаемый коллектор, трудноизвлекаемые запасы.

## TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR INCREASING OF EFFECTIVE EXPLOITATION OF ACHIMOV LAYERS ON URENGOY OIL, GAS, CONDENSATE FIELD

Vasiliy P.Ovchinnikov<sup>1)</sup>, Daniil Y. Bulygin<sup>2)</sup>

1) Ph. D., associate Professor, Technological solutions of well building on fields with difficult geo-technological conditions of their exploitation, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Tyumen Industrial University”, city of Tyumen, Russia;

2) the student of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Tyumen Industrial University”, city of Tyumen, Russia, daniilbul94@gmail.com

**Abstract:** in this article methods of drilling and exploitation of Achimov layers on Urengoy field are analysed.

**Key words:** condensate well, Achimov layers, Urengoy field, drilling, exploitation, fracturing, low-permeability reservoir, hard-to-recover reserves.

Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение по своим запасам является одним из самых крупных газовых месторождений в мире и крупнейшим в Российской Федерации. За 40 лет эксплуатации здесь было добыто свыше 6,5 трлн м<sup>3</sup> природного газа, что является мировым рекордом по добычи газа с одного месторождения. Однако по мере истощения сеноманского и неокомского этажей нефтегазоносности Уренгойского месторождения возникла необходимость ввода в эксплуатацию нижезалегающих пластов, в первую очередь – ачимовских, которые залегают на глубинах 3 200-3 800 метров и характеризуются сложными геологическими условиями с рядом отличительных особенностей.

На сегодняшний день в промышленной разработке находятся объекты первой очереди - газоконденсатные залежи пластов Ач3-4, Ач5, содержащие около 87 % газа

от общих запасов, пласты Ач1, Ач2, Ач6, соответственно, определены как объекты второй очереди.

Для разработки ачимовских залежей запроектировано строительство более 6 500 эксплуатационных скважин, в том числе 1 300 газоконденсатных и 5 200 нефтяных.

Еще на этапе строительства скважин при проведении первичного вскрытия продуктивного пласта возникала проблема снижения не без того невысоких показателей фильтрационно-емкостных свойств коллектора при проникновении фильтрата бурового раствора и твердых частиц в пласт, что приводит к значительному снижению возможных дебитов и конечного коэффициента извлечения углеводородов.

Для первичного вскрытия продуктивных ачимовских пластов применяются утяжеленные биополимерные растворы плотностью 1740-1750 кг/м<sup>3</sup>, рецептура которых разработана компаниями “MI-Swaco” и “Сервисный центр СБМ”. В их составы входят такие компоненты как бентонитовый порошок, выполняющий роль структурообразователя, и утяжелитель сульфат бария, использование которых приводит к коагуляции пор и, соответственно, к снижению фильтрационных характеристик пласта.

Для решения этой проблемы была предложена рецептура полимерсолевого раствора, разработанная сотрудниками бывшего Тюменского Государственного Нефтегазового Университета (ныне – Тюменский Индустриальный Университет). Предложенная рецептура бурового раствора показала хорошие результаты при исследовании коэффициентов восстановления проницаемости образцов керн до и после воздействия (в среднем – 95 %, против 38 % у утяжеленного полимерного раствора), однако широкого распространения не получила.

Историю работы первых эксплуатационных скважин можно проследить на примере скважин 1А031 и 1А181, запущенных в эксплуатацию в июле 2008 г, обе скважины с субгоризонтальным заканчиванием ствола без проведения ГРП. По результатам семи лет эксплуатации на режиме постоянных отборов с депрессией на пласт более 20 % от пластового давления отмечен факт снижения продуктивности обеих скважин за счет роста скин-фактора, который обусловлен именно формированием «конденсатного вала» в ПЗП. В то время как изменение режима эксплуатации с понижением депрессии на пласт на уровень 15% от пластового давления уже за год эксплуатации позволило обеспечить снижение фильтрационных сопротивлений в ПЗП путем обратного растворения выпавшего конденсата и выноса его на забой скважины и далее на поверхность.

За годы эксплуатации ачимовских залежей были предложены несколько конструкций забоев эксплуатационных скважин, однако наиболее оптимальная не была выбрана. Результатами опытно-промышленной эксплуатации была доказана низкая эффективность скважин без ГРП, как с вертикальным, так и с субгоризонтальным вскрытием пласта, поэтому недропользователи предпочитают проводить ГРП с как можно большей протяженностью полудлины трещины.

Так, при моделировании одного года эксплуатации трех «средних» скважин с вертикальным вскрытием без ГРП, вертикальным вскрытием с ГРП и субгоризонтальным окончанием ствола (300 м) без ГРП на режиме постоянной депрессии на пласт, равной менее 15 % от пластового давления. По результатам прогнозного расчета за один календарный год эксплуатации добыча пластового газа вертикальной скважиной без ГРП составила 71 млн м<sup>3</sup>, субгоризонтальной скважиной без ГРП – 139 млн м<sup>3</sup>, а вертикальной скважиной с ГРП – 213 млн м<sup>3</sup>. Преимущество скважин с вертикальным вскрытием с применением ГРП обуславливается созданием высоко проницаемой трещины и кратным расширением площади дренирования, что позволяет снизить сопротивления фильтрационного потока при отборе газоконденсатной смеси даже при малой депрессии, а величина скин-фактора сохраняет отрицательные значения как минимум в течение 8 лет эксплуатации.

По официальным данным свыше 90 % текущего фонда скважин построено по технологии вертикального вскрытия пластов с применением большеобъемных ГРП с закачкой 250-300 тонн проппанта на пласт. ГРП позволяет формировать в пласте трещину со средней полудлиной около 150 м и проводимостью на уровне 2000 мД\*м, что приводит к увеличению дебита скважины в 2,5-3 раза. Для дальнейшего повышения эффективности разработки ачимовских залежей планируется строительство скважин с горизонтальным вскрытием пласта и многостадийным ГРП (МГРП).

#### **Выводы**

По результатам опытно-промышленной эксплуатации ачимовских отложений Уренгойского НГКМ с применением субгоризонтального вскрытия без ГРП можно констатировать его слабую эффективность в сравнении с вертикальным вскрытием и применением технологии ГРП.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**М.В. Омелянюк<sup>1)</sup>, И.А. Пахлян<sup>2)</sup>, А.А. Рогозин<sup>3)</sup>**

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

3) начальник отдела КИК ООО «РН-НТЦ», г. Краснодар, Россия, aarogozin@rnntc.ru

**Аннотация:** эффективным методом интенсификации дебитов скважин и увеличения коэффициента извлечения нефти является химический (кислотный) метод. Наряду с достоинствами, соляно-кислотная обработка пластов имеет недостатки и ограничения, связанные с увеличением обводненности пластовой продукции, снижением дебита в результате образования эмульсий, набухания глин, выпадения вторичных нерастворимых осадков и пр. Предложена технология и технические средства циклической селективной соляно-кислотной обработки пластов месторождений Краснодарского края.

**Ключевые слова:** соляно-кислотная обработка, скважина, пласт, кольматация, интенсификация, дебит.

### **INCREASE IN EFFICIENCY OF CHEMICAL METHODS OF THE INTENSIFICATION OF PRODUCTION OF FIELDS OF KRASNODAR REGION**

**Maxim V. Omelyanyuk<sup>1)</sup>, Irina A. Pahlyan<sup>2)</sup>, Alexandr A. Rogozin<sup>3)</sup>**

1) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

3) Head of CRC department of “RN – STC” LLC, aarogozin@rnntc.ru

**Abstract:** effective method of an intensification of outputs of wells and increases in coefficient of oil recovery is the chemical (acid) method. Along with advantages, salt and acid processing of layers has the shortcomings and restrictions connected with increase in water content of sheeted production, decrease in an output as a result of formation of emulsions, swelling of clays, loss of secondary insoluble rainfall and so on. The technology and technical means of cyclic selective salt and acid processing of layers of fields of Krasnodar Region is offered.

**Key words:** acid processing, well, layer, kolmatation, intensification, well output.

Большинство месторождения Крансодарского края находятся на завершающей стадии разработки, соответственно, наблюдается тенденция снижения продуктивности скважин с постепенным снижением пластового давления, с ухудшением пористости и проницаемости пород прискважинной зоны пласта и фильтров вследствие закупорки пор в результате механического, химического и биологического кольматажа.

Существует несколько групп методов интенсификации добычи и увеличения нефтеотдачи – физические, химические, тепловые и др.

Эффективным методом восстановления продуктивности скважин является метод химической обработки призабойной зоны пласта .

Недостатками стандартных химических методов являются: выпадение вторичных осадков после нейтрализации кислот; образование стойких эмульсий при контакте кислотных составов и пластовых флюидов; снижение фильтрационных и коллекторских свойств пласта при набухании глин; увеличение обводненности продукции вследствие расширения заколонных перетоков в водонасыщенные слои и т.д.

Для повышения эффективности проведения кислотных обработок, предупреждения перечисленных выше осложнений и риска получения отрицательных результатов предлагаются следующие технические средства и технологические решения [1, 2]. Перед закачкой основных кислотных реагентов следует восстановить забой скважины - очистить от песчаной пробки, глинистого раствора, парафино-смолистых и асфальтеновых отложений. Данные операции при низком пластовом давлении целесообразно проводить разработанным струйным насосом, представленным на рисунке 1. Затем произвести закачку оторочки углеводородного растворителя (ацетон, керосин, бензин и т.п.) для растворения АСПО, сформировавшихся в ПЗС скважин, в объеме 250-300 л на 1 м толщины вскрытого продуктивного пласта. Следующий этап обработки - закачка кислотосодержащих эмульсий с внутренней углеводородной фазой. При их закачке создаются условия для повышения охвата ПЗП воздействием по толщине и глубине, равномерного продвижения растворителя без их быстрой диффузии по радиусу проникновения, предотвращению преждевременного осаждения диспергированных кольматантов, а также снижения скорости коррозии подземного оборудования. Третьим этапом является закачка непосредственно соляной кислоты 15%-й концентрации с ингибитором коррозии (к примеру, ВНПП-2В, 0,5-2 %), HF (2-5 %), и стабилизаторами (2-3 %).

Закачка кислотных реагентов осуществляется в 3-5 циклов закачки и отбора продуктов реакции. Для увеличения охвата пласта по толщине и глубине, увеличения равномерности обработки, улучшения условий удаления механических нерастворенных частиц кольматанта из пористого пласта используется струйный насос, спускаемый либо на двухрядной колонне НКТ, либо на однорядной НКТ с устройством промывочным скользящим.

Для предупреждения получения отрицательного эффекта до СКО проводятся экспериментальные исследования фильтрационно-емкостных свойств кернового

материала, а также анализ кислотных рецептов для обработки конкретных коллекторов месторождения.



Рис.1. Ротационный вибратор, совмещенный со струйным насосом

#### Список использованных источников

1. Омелянюк М.В., Пахлян И.А. Повышение эффективности освоения и эксплуатации добывающих скважин за счет применения импульсно-ударного, кавитационного воздействия на прискважинную зону продуктивного пласта// Нефтепромышленное дело. - 2014. - № 11. - С. 19-23.

2. Современные методы физико-химической интенсификации добычи при ремонте скважин. Свидетельство о государственной регистрации базы данных 2015620593 от 30.12.2014. /М.В. Омелянюк, И.А. Пахлян, И.И. Битиев, С.В.Османов.

#### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИМЕНЕНИЯ СОСТАВОВ ДЛЯ ВОДОИЗОЛЯЦИИ СКВАЖИН И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ НА КАРБОНАТНОМ ОБЪЕКТЕ РАЗРАБОТКИ С ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТЬЮ И.С. Поплыгина<sup>1</sup>, В.А. Мордвинов<sup>2</sup>

1) аспирант кафедры «Нефтегазовые технологии» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, г. Пермь, davydova\_irina@bk.ru

2) канд. техн. наук, проф. кафедры «Нефтегазовые технологии» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, г. Пермь, mva44@bk.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы результаты применения составов для водоизоляции скважин и перераспределения фильтрационных потоков на карбонатном объекте разработки с высоковязкой нефтью.

**Ключевые слова:** скважина, пласт, водоизоляция, ограничение водопритока, ПАА, алюмохлорид.

#### ANALYSIS OF THE APPLICATION RESULTS OF COMPOSITIONS FOR WELLS WATERPROOFING AND REDISTRIBUTION OF FILTRATION FLOWS ON A CARBONATE DEVELOPMENT FACILITY WITH HIGH-VISCOSITY OIL Irina S. Poplygina<sup>1</sup>, Viktor V. Mordvinov<sup>2</sup>

1) postgraduate student of the Department of Oil and Gas Technology, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, davydova\_irina@bk.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Professor of the Department of Oil and Gas Technology, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, mva44@bk.ru

**Abstract:** in the article the results of application of compositions for waterproofing of wells and redistribution of filtration flows on a carbonate development facility with high-viscosity oil are analyzed.

**Key words:** well, formation, waterproofing, water restriction, polyacrylamide, alumino chloride.

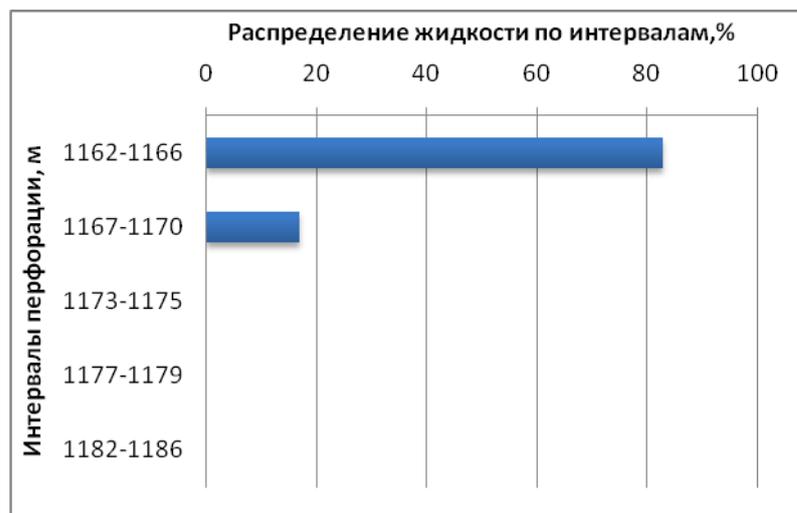
Нефтяные залежи в карбонатных коллекторах Ножовской группы месторождений (Пермский край) характеризуются повышенной и высокой (до 87 мПа\*с) вязкостью пластовой нефти. Разработка таких объектов с поддержанием пластового давления сопровождается опережающим обводнением продукции добывающих скважин. Так, по Падунскому месторождению по объекту в отложениях башкирского яруса (Бш) при выработке начальных извлекаемых запасов (НИЗ) 26 % обводненность добываемой нефти превышает 60 %, по турнейско -фаменскому объекту, соответственно, 40 % (выработка НИЗ) и 75 % (обводненность).

За последние годы на месторождении проведено 26 геолого-технических мероприятий по выравниванию профиля приемистости и ограничению водопритоков. В добывающих скважинах турнейского объекта выполнены водоизоляционные работы с применением водного раствора гидролизованного полиакриламида ОВП-2 (6 скважин) и кремнийорганического вещества АКОР-БН (1 скважина). На башкирском объекте в 7 случаях использовали ОВП-2 и на одной скважине - цементный раствор. По скважинам, обработанным ОВП-2, снижение обводненности составило, в среднем, 7 % с продолжительностью эффекта около трех месяцев. При обработке АКОР-БН обводненность скважины снизилась с 97,2 % до 96 % при кратковременном (1 месяц) эффекте.

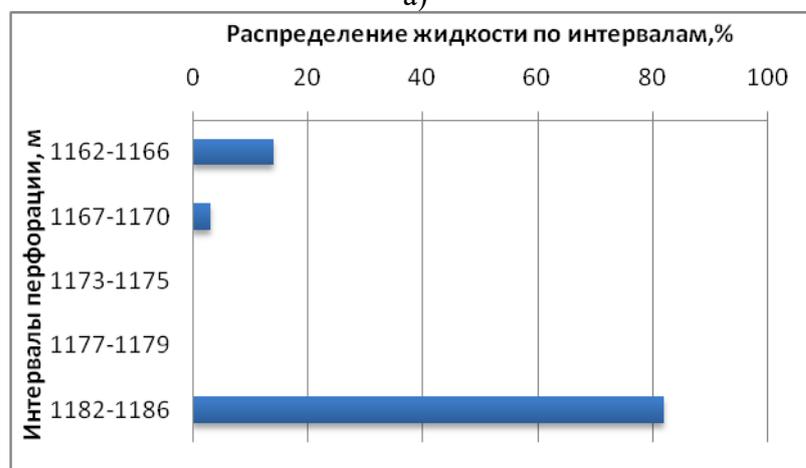
Для нагнетательных скважин при выравнивании профиля приемистости использовались составы на основе полиакриламида (ПАА). При обработке 10 скважин средний прирост добычи нефти по реагирующим добывающим скважинам составил 1,2 т/сут, средняя дополнительная добыча в расчете на одно мероприятие - 160 т.

На нагнетательной скважине 351 выравнивание профиля приемистости проведено с применением состава ОЛИНС (осадкообразующий лингносульфонатно-нефтяной состав), разработанного в ПНИПУ. Средний дебит по нефти реагирующих скважин увеличился на 1,9 т/сут, дополнительная добыча нефти составила около 980 т при продолжительности эффекта более полугода. Использованный состав ОЛИНС включал сернокислый алюминий  $Al_2(SO_4)_3$ , лингносульфонат марки А, соляную кислоту, безводную нефть с установки УППН и пресную воду.

По техническим причинам полный профиль приемистости до мероприятия не был установлен. Однако по данным термометрии до проведения мероприятия закачиваемая в скважину вода (приемистость 150 м<sup>3</sup>/сут) уходила, в основном, в промытую верхнюю часть интервала перфорации. Сразу после обработки приемистость верхних интервалов перфорации снизилась до 18 % от общей приемистости.



а)



б)

Рис. 1. Профиль приемистости скважины а) до и б) после использования состава ОЛИНС

На кафедре «Нефтегазовые технологии» ПНИПУ ведутся лабораторные исследования, направленные на повышение технологических характеристик и оптимизацию состава ОЛИНС.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКОЛОСКВАЖИННОЙ ЗОНЫ ПРИ ОСВОЕНИИ СКВАЖИНЫ

Н.С. Сулейменов<sup>1)</sup>

1) ст. преп. кафедры «Нефтегазовый инжиниринг» Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, Республика Казахстан, г. Кызылорда. nurzhan\_suleymen@mail.ru

**Аннотация:** рассматривается технология первичного вскрытия продуктивного пласта, обеспечивающая при освоении скважины восстановление проницаемости.

**Ключевые слова:** призабойная зона пласта, продуктивный пласт, глинистая корка, вскрытие бурением, удаления глинистой корки, кислоторастворимые наполнители.

## RECOVERY OF THE FILTRATION CHARACTERISTICS OF THE BOREHOLE VICINITY IN THE DEVELOPMENT OF THE WELL

N.S. Suleymenov<sup>1)</sup>

1) Senior Lecturer of the Department of Oil and Gas Engineering, Kyzylorda State University named after Korkyt Ata, Republic of Kazakhstan, Kyzylorda. nurzhan\_suleymen@mail.ru

**Abstract:** in the article the technology of the primary opening of a productive layer, providing in the development wells, the restoration of permeability are presented.

**Key words:** bottom hole formation zone, the reservoir, the clay crust, opening by drilling, removal of mud cake, acid fillers.

Буровой раствор может быть причиной необратимого повреждения коллектора. Учитывая это, разрабатываются буровые растворы, которые обеспечивают надёжную изоляцию продуктивного коллектора при вскрытии бурением, но с возможностью восстановления при освоении их естественной проницаемости. В этой связи компоненты бурового раствора имеют определяющее значение, т.к в режиме репрессии на продуктивный пласт они фильтруясь в пласт загрязняют призабойную зону пласта, снижая продуктивность скважины при её эксплуатации.

Проблема повышения качества первичного вскрытия продуктивных пластов с точки зрения сохранения потенциальной нефтегазоотдачи решается путем использования таких компонентов в составе бурового раствора, которые ограниченно проникают в продуктивную зону, создавая кольматационный экран на стенках ствола скважины при вскрытии бурением. В тоже время при вызове притока за счёт способности этих компонентов разрушаться при соответствующих воздействиях обеспечивают удаление этого экрана.[1.].

На стенках скважины в результате разделения твердой и жидких фаз бурового раствора формируется фильтрационная корка и внутренняя зона кольматации, состоящие из твердых компонентов бурового раствора. При проектировании оптимального гранулометрического состава наполнителей буровых растворов для создания надёжного кольматационного экрана используются теории Адамса, Кауфера или Викакса [2.].

При вызове притока из пласта в процессе освоения скважины необходимо создать условия для удаления глинистой корки и вымывания внесённых в околоскважинную зону компонентов. Одним из эффективных технологических приемов, используемых для этой цели, является введение в состав бурового раствора при вскрытии продуктивного коллектора определённого количества добавок наполнителя, не обладающих адгезионной активностью по отношению к породе и разрушающихся при контакте с активными кислотными композициями.

Наполнители, внедряясь в структуру корки и обладая относительно более крупными размерами частиц, увеличивают проницаемость фильтрационных корок. При содержании в корке наполнителя от 4 % до 6 % сохраняются приемлемые фильтрационные свойства. (см. рис. 1).

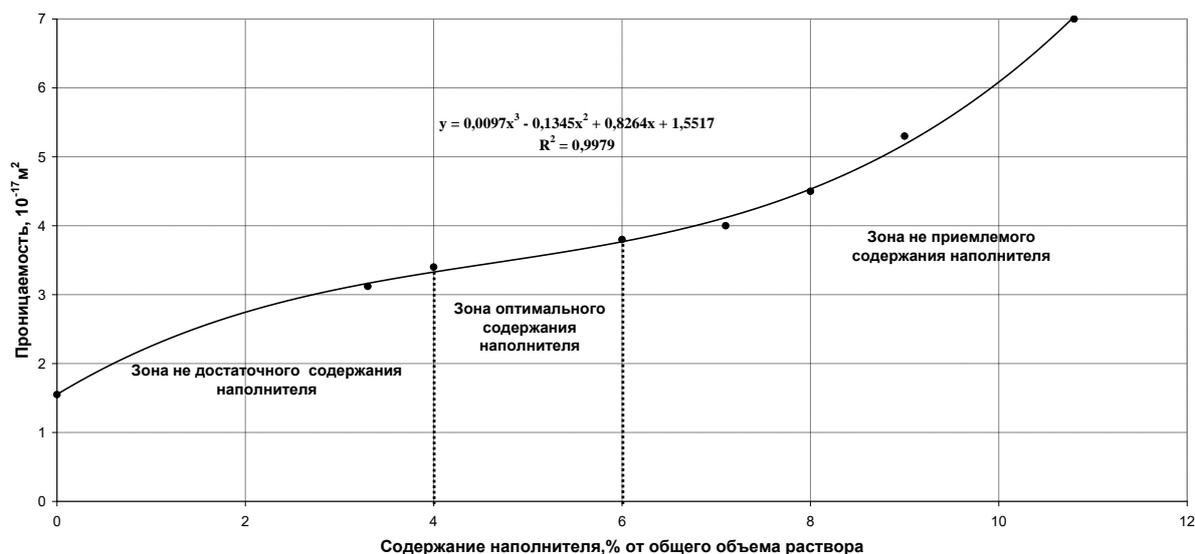


Рис. 1. Изменения проницаемости глинистой корки на подложке (гранулярный фильтры с определённым размером пор) в зависимости от концентрации наполнителя оптимального гранулометрического состава.

При определении оптимального количества и гранулометрического состава наполнителя необходимо учитывать эффективность разрушения глинистой корки и вымывания внесённых фаз при вызове притока. Это разрушение обеспечивается обработкой активной композицией реагентов, которая при контакте с глинистой коркой разрыхляет её структуру при растворении наполнителя и, тем самым, снижает фильтрационные сопротивления притоку из пласта.

При содержании в корке карбоната кальция  $0,063 \text{ г/см}^3$  сохраняются приемлемые фильтрационные свойства (показатель в  $6 \text{ см}^3$  за 30 мин) и, в то же время, количество наполнителя становится достаточным, чтобы разрушить структуру глинистой корки при воздействии смеси карбоновых и аминокарбоновых кислот [3].

#### Список использованных источников

1. Рогов Е.А. Восстановление проницаемости призабойной зоны пласта в открытом стволе скважины//Нефтепромысловое дело. – 2015. - № 9. - С. 17-21.
2. Крылов В.И., Крецул В.В., Меденцев С.В. Современные технологические жидкости для заканчивания и капитального ремонта скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. - № 1. - С. 36-44.
3. Подгорнов В.М., Сулейменов Н.С., Ширдавлетов Н.Т. Фильтрационные барьер вокруг горизонтальных стволов в гранулярных коллекторах Арыскупского месторождения, НТЖ//Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2012. - № 2.

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАРБОНАТНЫЕ КОЛЛЕКТОРА

А.В. Сюзев <sup>1)</sup>, В.А. Новиков <sup>2)</sup>, А.Ю. Слушкина <sup>3)</sup>

1) лаборант научно-образовательного центра «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь, andrei.syuzev@girngm.ru

2) лаборант научно-образовательного центра «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь, novikov.vladimir.andr@gmail.com

3) лаборант научно-образовательного центра «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь, anna.slushkina@girngm.ru

**Аннотация:** в статье представлена комплексная технология воздействия на пласт, направленная на увеличение выработки запасов нефти и уменьшение объема попутно-добываемой воды, проведен полный комплекс исследований разработанных составов.

**Ключевые слова:** химические композиции, смачиваемость пород, перераспределение фильтрационных потоков, карбонатный коллектор, коэффициент извлечения нефти.

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF COMPLEX CHEMICAL EFFECT ON CARBONATE RESERVOIRS

Andrei V. Siuzev, <sup>1)</sup>, Vladimir A. Novikov <sup>2)</sup>, Anna Y. Slushkina <sup>3)</sup>

1) the lab assistant of Research and Education Center “ Geology and Development of Oil and Gas Fields”, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, andrei.syuzev@girngm.ru

2) the lab assistant of Research and Education Center “ Geology and Development of Oil and Gas Fields”, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, novikov.vladimir.andr@gmail.com

3) the lab assistant of Research and Education Center “ Geology and Development of Oil and Gas Fields”, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, anna.slushkina@girngm.ru

**Abstract:** the article presents a complex technology of impact on the reservoir aimed at increasing the production of oil reserves and a decrease in the volume of produced water, a full range of studies of the developed compositions was carried out.

**Key words:** chemical compositions, key words, rock wettability, redistribution of filtration flows, carbonate reservoir, oil recovery ratio.

На сегодняшний день актуальным вопросом является эффективная разработка неоднородных коллекторов, для которых типичны внутрипластовые прорывы воды, преждевременное обводнение, образование промытых зон и, как следствие, низкий коэффициент извлечения нефти. В связи с этим разработка технологий регулирования внутрипластовых потоков в настоящее время становится важной научной и практической задачей. Для ее решения необходима разработка комплексной технологии увеличения нефтеотдачи с целью вовлечения в процесс фильтрации остаточной нефти и ранее недренируемых зон пласта. Специалистами НОЦ ГиРНГМ ПНИПУ разработана композиция для перераспределения фильтрационных потоков на кислотной основе.

Композиция для перераспределения фильтрационных потоков представляет собой гелеобразную систему, которая направлена на увеличение охвата пластов путем выравнивания профиля приёмистости при закачке в нагнетательные скважины и ограничения водопритока в добывающих скважинах путем создания прочных гелевых экранов в пластовых условиях, создающих значительные фильтрационные сопротивления.

Разработанная гелеобразная система при проведении испытаний проявляет эффект селективной обработки, который проявляется благодаря малой начальной

эффективной вязкости композиции (1,2-3,0 мПа·с), и таким образом состав глубже проникает в наиболее проницаемые зоны.

Гелеобразное состояние системы характеризуется образованием прочной пространственной сетки из частиц дисперсной фазы, в петлях которой находится дисперсионная среда, и практически полностью отсутствует явление текучести. Эффективная вязкость при скорости сдвига 150 с<sup>-1</sup> составляет 200 мПа·с.

Используя керновый материал карбонатных отложений месторождений Пермского края, проведены фильтрационные исследования с моделированием пластовых условий разработанной композиции для перераспределения фильтрационных потоков (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Результаты фильтрационных испытаний на керне

№ образца	Проницаемость, $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$		Коэффициент восстановления проницаемости, %
	По воде до закачки состава К <sub>в1</sub>	По воде после закачки состава К <sub>в2</sub>	
1	97,3	0,143	0,14
2	188,0	1,305	0,69
3	251,5	1,233	0,49
4	17,7	0,004	0,02
5	10,4	0,0078	0,07

По результатам фильтрационных опытов установлено, что разработанная композиция практически на 100 % блокирует поровое пространство горной породы, что может свидетельствовать об ее эффективном применении в карбонатных коллекторах при перераспределении фильтрационных потоков в нагнетательных скважинах.

Для вовлечения остаточной нефти в процесс фильтрации разработана композиция на водной основе с содержанием комплекса ПАВ, благодаря чему достигается комплексность обработки коллектора. Вследствие применения данного состава наблюдается обволакивание породы коллектора водным раствором предлагаемой композиции и снижение поверхностного натяжения на границе нефть - водный раствор.

Для оценки эффективности разработанной композиции для повышения подвижности нефти проведены лабораторные исследования - определение коэффициента вытеснения нефти. Результаты лабораторных исследований показали, что разработанная композиция с ПАВ эффективнее вытесняет нефть, чем пластовая вода.

Таким образом, проведя лабораторные исследования разработанной композиции для перераспределения фильтрационных потоков и композиции для повышения подвижности нефти, можно сделать вывод об эффективности использования разработанных составов на сложнопостроенных карбонатных коллекторах.

#### Список использованных источников

1. Мартюшев Д.А., Илюшин П.Ю. Экспресс-оценка взаимодействия между добывающими и нагнетательными скважинами на турне-фаменской залежи озерного месторождения // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. - 2016. - Т.15. № 18. - С.33-41.
2. Мартюшев Д.А., Лекомцев А.В., Котоусов А.Г. Определение раскрытости и сжимаемости естественных трещин карбонатной залежи логовского месторождения // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. - 2015. - Т.14. № 16. - С.61-69.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С ВЫНОСОМ ПРОППАНТА ПОСЛЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

В.П. Телков<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва, [telkov\\_viktor@mail.ru](mailto:telkov_viktor@mail.ru)

**Аннотация:** в статье показаны основные проблемы, связанные с выносом проппанта из скважины, приведены современные их решения, выделены наиболее перспективные пути решения этих проблем.

**Ключевые слова:** гидравлический разрыв пласта (ГРП), проппант, вынос проппанта, предотвращение выноса проппанта.

## CURRENT STATUS AND PROSPECTS OF EVOLUTION OF METHODS OF PROPPANT FLOWBACK COUNTERACTION AFTER HYDRAULIC FRACTURING

Victor P. Telkov<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Oil Field Development and Exploitation, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), city of Moscow, Russia, [telkov\\_viktor@mail.ru](mailto:telkov_viktor@mail.ru)

**Abstract:** the article shows the main problems associated with proppant flowback from the well, presents their current solutions, identifies the most promising ways to solve these problems.

**Key words:** hydraulic fracturing (HF), proppant, proppant flowback, proppant flowback prevention.

Для специалистов гидравлический разрыв пласта (ГРП) – это не только наиболее часто применяемое средство увеличения продуктивности скважины, но и большое количество оперативных задач, решение которых необходимо найти уже на стадии проектирования операции. В этой статье будет рассматриваться одна из этих задач – борьба с выносом проппанта из скважины после ГРП. Проблемы и осложнения, обусловленные выносом проппанта, обычно можно разделить на три группы, в зависимости от места их проявления: 1) проблемы на приеме при эксплуатации глубинно-насосного оборудования (ГНО); 2) проблемы на забое вертикальной и в стволе горизонтальной скважины, связанные с осаждением и накоплением проппанта; 3) проблемы, связанные с изменением свойств самой трещины ГРП. Иногда вынос проппанта связывается с преждевременным осаждением проппанта в трещине, которое приводит к невозможности размещения проппанта по всей длине трещины, но это не совсем верно, т.к. эта часть проппанта просто не смогла попасть в трещину, и будет выноситься из скважины, так и не побывав в пласте.

Обычно проблемы при эксплуатации ГНО, в первую очередь электроцентробежных насосов (ЭЦН), связаны с выносом проппанта сразу после операции. При освоении и эксплуатации высокодебитных скважин проппант активно поступает на прием ЭЦН, при этом происходит заклинивание вала насоса, резко возрастают нагрузки на погружной электродвигатель, кроме того проблема может усугубляться отбором вместе с проппантом не до конца деградирующего геля – жидкости разрыва. Таких насосов - "жертв" после ГРП может спускаться поочередно от одного до пяти, иногда больше. Для решения этой проблемы обычно используются механические фильтры различной конструкции, сепараторы десендеры, шламоуловители. Десендеры и шламоуловители имеют относительно небольшой

рабочий объем (менее 1 м<sup>3</sup>) при большой протяженности подвесных контейнеров (труб НКТ) и требуют регулярного подъема. Существуют сепарационные устройства, которые сбрасывают проппант в зумпф. Используются сетчатые, щелевые, проволочные фильтры, защищающие только ГНО от проппанта (но не его обломков), проппант же при этом оседает на забой скважины, решая проблемы 1 группы, но при этом увеличивая проблемы 2 группы.

Проппантная пробка обычно образуется сервисной компанией намеренно, т.н. недопродавка проппанта, с целью сохранения трещины от схлопывания у стенки скважины, затем она удаляется с помощью струйного аппарата, гибких насосно-компрессорных труб, закачки азота. Во время эксплуатации проппант может снова постепенно накапливаться на забое из-за потерь проппанта трещиной. Накопление проппанта напротив продуктивного горизонта вызывает значительное снижение продуктивности скважин. С другой стороны создание искусственного гравийного фильтра как позволяет уберечь трещину от потери проппанта, так и защищает ГНО от вредного влияния проппанта дополнительно к механическим фильтрам. Гравийный фильтр используется как составная часть многих технологий ГРП, направленная на борьбу с выносом проппанта, обычно из широких трещин.

Наиболее важно бороться с проблемами 3 группы. Если проппант не будет выходить из трещины, то ни на забое скважины, ни на приеме ГНО проблем, связанных с выносом проппанта, не будет. Оптимальным решением является выдержка скважины в покое после ГРП в течение значительного интервала времени (не менее 3-4 дней). Это время необходимо как для смыкания трещины и стабилизации упаковки трещины, так и для эффективной деградации жидкости разрыва. Зачастую этот метод не используется в полной мере, при этом незакрепившийся проппант выносится вязкой жидкостью разрыва в скважину.

В качестве компромисса между выдержкой и быстрым началом отбора используется эксплуатация скважины с ограниченным дебитом, это может реализовываться плавным увеличением частоты вращения вала УЭЦН. В трещине, где возможно перераспределение проппанта по высоте и нарушение тем самым дизайна, рекомендуется, наоборот, быстрое смыкание трещины для захвата проппанта трещиной и предотвращения оседания. При высокой депрессии при смыкании трещины может быть выдавлено в скважину значительное количество проппанта. Чтобы компенсировать трещине теряемый проппант и предотвратить ухудшение её свойств на завершающей стадии часто рекомендуется использовать повышенную концентрацию проппанта. Кроме того малая концентрация позволяет проппанту утекать из трещины, а её повышение облегчает смыкающуюся трещине задачу.

Значительное количество методов борьбы с выносом проппанта связано с образованием в трещине, рядом со скважиной, устойчивой матрицы, не пропускающей отдельные гранулы проппанта. Гранулы проппанта могут удерживаться от выноса за счет различных процессов - склеивания, механического сцепления, магнитных сил: использованием смолопокрытого проппанта (RCP), закачки жидкой смолы в уже готовую упаковку проппанта, цилиндрического проппанта, армирующих волокон (PropNET), волоконных экранов, деформируемых частиц, упаковки частиц различного размера, гранул с модифицированной поверхностью, гранул с повышенной шероховатостью, ферромагнитных частиц.

Часто используемые для предотвращения выноса проппанта на завершающей стадии формирования трещины гранулы смолопокрытого проппанта RCP склеиваются между собой при определенной нагрузке и температуре. Часто нагрузки при закрытии трещины невысоки, что при сочетании с невысокими пластовыми температурами и охлаждением трещины жидкостью разрыва, создает проблемы, и RCP выносится в

скважину. Для решения этой проблемы используется специальная технология термозакрепления RCP проппанта для повышения эффективности использования при низких температурах. Использование специальных армирующих стекловолокон также в последнее время находит свою нишу во всё большем количестве скважин.

Пытаясь заглянуть вперед, можно предположить, что наилучшие перспективы в борьбе с выносом проппанта имеют методы, связанные с закреплением примыкающей к скважине части упаковки проппанта (RCP, цилиндрический проппант, PropNET), тогда не будет необходимости бороться с вытекающими отсюда вместе с проппантом проблемами.

## **ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА КЕРНЕ СОСТАВА ТАМОЛЕКС ДЛЯ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ И ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ**

**Г.П. Хижняк<sup>1</sup>, Е.А. Гладких<sup>2</sup>, Д.С. Лбова<sup>3</sup>**

1) д-р техн. наук, зав. кафедрой Нефтегазовые технологии Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, Россия, xgp@mail.ru

2) аспирант кафедры Нефтегазовые технологии ПНИПУ, г. Пермь, Россия, gladkih.ea@mail.ru

3) студент кафедры Нефтегазовые технологии ПНИПУ, г. Пермь, Россия, dasha.lbowa@yandex.ru

**Аннотация:** в статье приведены результаты фильтрационных испытаний на керне по применению водоизоляционного состава Тамолекс (АО ПОЛИЭКС, г. Пермь) для обработки добывающих и нагнетательных скважин, эксплуатирующих слоисто-неоднородный пласт.

**Ключевые слова:** водоизоляционный состав, слоисто-неоднородный пласт, перераспределение фильтрационных потоков, кольматация, трехслойная модель пласта.

## **FILTRATION RESEARCH ON THE CORN OF THE COMPOSITION OF TAMOLEX FOR THE RE-DISTRIBUTION OF FLOWS AND INCREASING OIL- RELEASE**

**Grigory P. Khizhnyak<sup>1</sup>, Evgeni A. Gladkikh<sup>2</sup>, Daria S. Lbowa<sup>3</sup>**

1) Doctor of Technical Sciences, head of the Department of Oil and Gas Technologies, the Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, xgp@mail.ru

2) postgraduate student of the Department of Oil and Gas Technologies, the Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, gladkih.ea@mail.ru

3) the student of the Department of Oil and Gas Technologies, the Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, dasha.lbowa@yandex.ru

**Abstract:** the article presents the results of filtration tests on the core for the use of Tamoleks waterproofing composition (POLIEKS Ltd., Perm) for processing production and injection wells that operate a layered heterogeneous reservoir.

**Key words:** waterproofing composition, layered heterogeneous reservoir, redistribution of filtration flows, colmatation, three-layer reservoir model.

Высокая дифференциация проницаемости по разрезу пласта часто является причиной преждевременного обводнения высокопроницаемых пропластков, в результате чего происходит потеря значительного количества подвижных запасов.

Снизить негативное влияние слоистости пласта возможно отключением обводнившихся высокопроницаемых пропластков закачкой в них тампонажных

составов или химических реагентов [1], способных кольтатировать целевой интервал, либо изменить технологию нагнетания или закачиваемый агент [2] и др.

Водоизоляционная способность состава Тамолекс основана на взаимодействии реагента с высоко минерализованными растворами хлоридов кальция или магния с образованием осадка в поровом пространстве и его кольтатации. Благодаря хорошей подвижности состав проникает сначала в наиболее проницаемый обводнившийся пропласток, отключает его и затем проникает в менее проницаемый прослой. Совместимость Тамолексас нефтью позволяет проводить обработку единым фильтром.

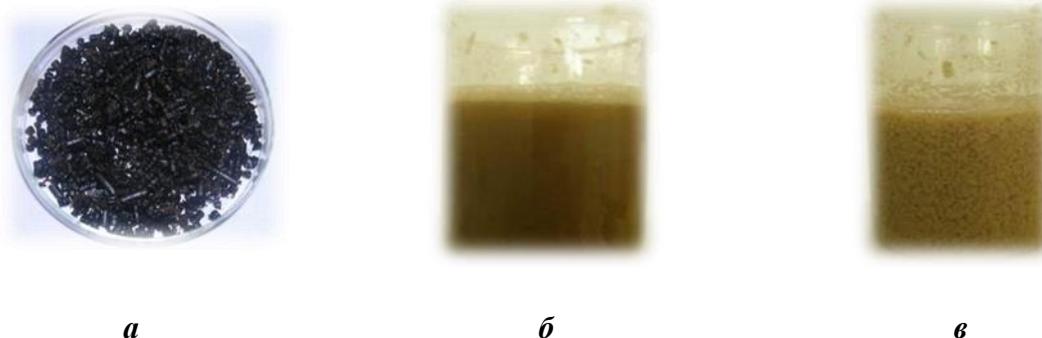


Рис. 1. Водоизоляционный состав:

*а* – сухая смесь; *б* – в пресной воде; *в* – после взаимодействия с минерализованной водой

Каждый «слой» представлял собой одиночный образец керна в отдельном кернодержателе и моделировал пропласток различной водо-нефтенасыщенности и проницаемости ( $K$ ): нефтенасыщенный недренируемый,  $K \approx 50 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>; частично выработанный водонефтенасыщенный,  $K \approx 250 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>; обводненный водонасыщенный,  $K \approx 500 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Кернодержатели объединялись в модель с общим входом. Фильтрационные испытания проходили в четыре этапа:

- на первом этапе через трехслойную модель пласта прокачивалась вода.
- на втором этапе водный раствор  $\text{CaCl}_2$  в количестве 0,3  $V_{\text{пор}}$  трехслойной модели. на третьем этапе следом за  $\text{CaCl}_2$  закачивался химреагент Тамолекс в объеме 0,5  $V_{\text{пор}}$  трехслойной модели.
- заключительный четвертый этап - возобновлялась фильтрация воды.

Работа выполнена в «Лаборатории моделирования процессов фильтрации и повышения нефтеотдачи» кафедры «Нефтегазовые технологии». Исследования проводились на трехслойных моделях пласта. Негативного влияния при проникновении реагента в нефтенасыщенный пропласток не установлено. Результаты фильтрационных испытаний табулированы

Моделирование частичного обводнения образцов выполнено путем одновременной фильтрации нефти и воды в заданном соотношении (20% нефти и 80 % воды). Скорость закачки жидкостей на каждом этапе поддерживалась постоянной 1 см<sup>3</sup>/мин.

После обводнения моделей 1 и 2 давление уменьшилось и стабилизировалось на уровне 0,237 атм, при этом проницаемость трехслойной модели по воде составила  $6 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>, что в 25,6 раза меньше, чем до закачки Тамолекса. Проницаемость водонасыщенного пропластка по воде при «обработке добывающей скважины» снизилась в 52,4 раза, а при «обработке нагнетательной скважины» – в 176,4 раза. Для всего «пласта» проницаемость по воде уменьшилась в 25,6 и 17,6 соответственно.

#### Список использованных источников:

1. Хасанов И.М. Результаты применения технологий по выравниванию профилей приемистости (ВПП) нагнетательных скважин на месторождениях АО «Варьеганнефтегаз» // Нефть. Газ. Инновации. – 2015. – № 7. – С. 28-33.

2. Эффективность применения водогазовых смесей для повышения нефтеотдачи и перераспределения фильтрационных потоков / Г.П. Хижняк [и др.] // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15, № 18. – С. 42-52.

## **ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ПРОМЫШЛЕННОГО БИЗНЕСА КАК ОСНОВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ** А.И. Шарнов<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, a.i.sharnov@mail.ru

**Аннотация:** в докладе показаны пути совершенствования высшего нефтегазового образования на основе интеграции науки, образования, производства и бизнеса

**Ключевые слова:** интеграция, образование, наука, промышленность, бизнес, основа, совершенствование нефтегазовое, образование

## **INTEGRATION OF EDUCATION, SCIENCE AND INDUSTRIAL BUSINESS AS A BASIS OF PERFECTION OF OIL AND GAS EDUCATION** A.I. Sharnov<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, a.i.sharnov@mail.ru

**Abstract:** the report shows the ways of improving higher oil and gas education on the basis of integration of science, education, production and business.

**Key words:** integration, education, science, industry, business, basis, improvement of oil and gas, education.

От степени актуальности и уровня развития техники зависит качество образовательных процессов, поэтому растет количество учебных заведений, которые дополняют традиционные формы обучения дистанционной [1].

В структуре современного нефтегазового образования, и образования в целом, тенденция к интеграции является важнейшей формой развития образовательных учреждений, их сотрудничества с промышленностью и бизнесом. Основными целями интеграционных процессов являются [2]:

– совместное проведение НИР, НИОКР и научных изысканий на базе высших учебных заведений и использование результатов на производстве и предприятиях;

– создание малых предприятий по выпуску качественно новых и востребованных продуктов и отработке результатов научных исследований на практике;

– формирование кадрового потенциала научно-инженерного состава будущих специалистов;

– привлечение бизнеса и укрепление материальной обеспеченности образовательных учреждений;

– развитие науки и привлечение молодежи в научно-исследовательскую деятельность путем создания научно-образовательных центров, исследовательских и инжиниринговых производственных центров на общей базе Университет → Предприятие → Бизнес.

XXI век называют веком знаний и информатизации, веком развития новых технологий, роста уровня образования, улучшения качества подготовки специалистов. Необходимо отметить ключевые факторы современного образовательного процесса: уровень фундаментальной и общеинженерной подготовки, уровень подготовки в области информационных технологий, уровень экономической, языковой и гуманитарной составляющих, а также наиболее трудный фактор – уровень профессиональной подготовки инженера. Основные проблемы связаны с отсутствием материальной базы учебного процесса и организацией производственной практики, что снижает и качество подготовки специалистов. Решением данных проблем может быть комплексная интеграция науки, образования, вузов школ с производственными предприятиями, НИИ и исследовательскими институтами [3]. Данная интеграция возможна в условиях реализации следующих направлений:

1. Непрерывного образования в профессиональной сфере, включающая повышение квалификации специалистов и преподавателей.
2. Создание совместных методик и образовательных программ, производственных практик.
3. Снабжение образовательного процесса и практических занятий необходимой материально-технической базой.
4. Реализация программы трудоустройства выпускников.
5. Подготовка научных и педагогических кадров [4, 5].

В основе данных процессов лежит широкое распространение и развитие информационных технологий, поддерживаемых высоким темпом научно-технического прогресса. ИКТ дают широкие возможности коммуникации, управления производственными и культурными процессами. Вместе с тем наблюдается процесс виртуализации социокультурного пространства, производственных и экономических сфер, искусства, образования. Благодаря широкому развитию сетей Интернет, все большее распространение получают системы дополненной, виртуальной реальности, а общество приобретает черты нового этапа развития – постиндустриального или информационного общества, основанного на создании, хранении, передаче и переработки информации, а также обусловленного средствами Интернет-коммуникаций.

Развитие информационных технологий и активно развивающихся областей науки, прикладных исследований открывает широкие горизонты неисследованных и неизвестных феноменов и явлений, сопровождающих процесс становления информационного общества. Данные переходные процессы привлекают ученых, философов, социологов, экономистов, изучающих социокультурные процессы.

#### **Список использованных источников**

1. Чуракова М.М., Шарнов А.И. Основные задачи технологии практико-ориентированной подготовки бакалавров. В сборнике: Инновационные процессы в высшей школе// Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции. - 2012. - С. 184-186.
2. Шарнов А.И., Чуракова М.М. Практико-ориентированное обучение как форма социального партнерства. В сборнике: Инновационные процессы в высшей школе// Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции. - 2012. - С. 186-188.

3. Москвитин А.А., Шарнов А.И. Взаимообусловленность вузовской науки и промышленного бизнеса. В сборнике: Научный потенциал вуза - производству и образованию// Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Краснодарского края и 95-летию КубГТУ. - 2013. - С. 14-16.

4. Москвитин А.А., Чуракова М.М., Шарнов А.И. Возможные перспективы инженерного образования в АМТИ. В сборнике: Научный потенциал вуза - производству и образованию// Материалы региональной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Краснодарского края и 95-летию КубГТУ. - 2013. С. 23-26.

5. Чуракова М.М., Шарнов А.И. Использование информационных технологий как обязательное условие подготовки кадров новой формации в техническом вузе В сборнике: Инновационные процессы в Высшей школе// Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции. - 2013. - С. 170-172.

### Секция 3

## УПРАВЛЕНИЕ И МОНИТОРИНГ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

**Председатель:** директор ИНГЭ КубГТУ, проф., д-р техн. наук  
Д.Г. Антониади.

**Ученый секретарь:** доц. кафедры НГД КубГТУ, канд. техн. наук  
Н.А. Шостак .

---

### Section 3

## MANAGEMENT AND MONITORING OF OIL AND GAS FIELDS DEVELOPMENT

**Chairperson:** director of IOGE (Institute of Oil, Gas and Energy) KubSTU, professor, doctor of technical sciences. Antoniadi D.G.

**Scientific Secretary:** associate professor of the chair of oil and gas business. KubSTU, candidate of technical sciences Shostak N.A.

### ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТОВ СТАБИЛИЗАТОРОВ НА СВОЙСТВА ГЛИНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ А.Б. Абдикамалова<sup>1)</sup>, И.Д. Эшметов<sup>2)</sup>, А.М. Калбаев<sup>3)</sup>

1) ассист. кафедры Органической и неорганической химии Каракалпакского государственного университета, Каракалпакстан, г. Нукус, [aziza.abdikamalova@mail.ru](mailto:aziza.abdikamalova@mail.ru)

2) д-р техн. наук, зав. лабораторий Института общей и неорганической химии АН РУз, Узбекистан, г.Ташкент, [buntik81@mail.ru](mailto:buntik81@mail.ru)

3) студент Химико-технологического факультета Каракалпакского государственного университета, Каракалпакстан, г. Нукус, [Alisherkalbaev355@Gmail.com](mailto:Alisherkalbaev355@Gmail.com)

**Аннотация:** приведены результаты исследования влияния различных реагентов на коллоидно-химические и фильтрационные свойства глинистых суспензий. Установлено, что стабилизирующие способности химических реагентов зависят от их природы и концентрации. В результате адсорбции заряженных частей макромолекул полимеров на поверхности дисперсной фазы коренным образом изменяются свойства дисперсной системы. Это приводит к изменению реологических и фильтрационных свойств буровых растворов.

**Ключевые слова:** вязкость, статическое напряжение сдвига, фильтрационные показатели.

## STUDY OF THE INFLUENCE OF REAGENTS STABILIZERS ON THE PROPERTIES OF CLAY SUSPENSIONS

A.B. Abdikamalova<sup>1</sup>), I.D. Eshmetov<sup>2</sup>), A.M. Qalbaev<sup>3</sup>)

1) assistant of the department of organic and inorganic chemistry of the Karakalpak state university, Karakalpakstan, Nukus, aziza.abdikamalova@mail.ru

2) Doctor of Technical Sciences of the Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, head of the laboratory of the Institute general and inorganic chemistry, Uzbekistan, Tashkent, buntik81@mail.ru

3) student of the Chemical-technical faculty of the Karakalpak state university, Karakalpakstan, Nukus, Alisherkalbaev355@Gmail.com

**Annotation:** results of research of influence of various reagents on colloidal-chemical and filtration properties of clay suspensions are given. It has been established that the stabilizing abilities of chemical reagents depend on their nature and concentration. As a result of adsorption of charged parts of macromolecules of polymers on the surface of the dispersed phase, the properties of the dispersed system change radically. This leads to the change of rheological and filtration properties of drilling fluids.

**Keywords:** viscosity, static shear stress, filtration characteristics.

В практике бурения регулирование процессов структурообразования и устойчивости глинистых суспензий осуществляется с помощью химических реагентов. Основной целью химической обработки буровых растворов является достижение требуемых технологических, структурно-механических свойств, при минимальном израсходовании химических реагентов.

В наших исследованиях изучали влияние на свойства суспензий электролитов NaCl; понизителей фильтрации КМЦ-700, полиакрилоамид (ПАА), МААГ-5-К [1], для чего были приготовлены исходные 5 % глинистые суспензии.

Как оказалось, добавка NaCl до 10 % к суспензиям обогащенных форм глин Крантауского (КР2) и Бештюбенского (Б1) месторождений не оказывает влияния на их стабильность [2]. Повышение концентрации NaCl до 15 % и более в значительной степени влияет на кинетическую устойчивость суспензий Б1. При этом увеличивается суточный отстой (СО). Происходят заметные изменения также в реологических свойствах суспензий, уменьшается пластическая вязкость и статическое напряжения сдвига (СНС). Модифицирование и последующее измельчение дезинтеграторным способом в значительной степени сказывается на свойствах Б1 [2]. Суспензия, приготовленные из таких глин, более устойчива в отношении воздействия NaCl. На рисунке приведены данные, иллюстрирующие влияния NaCl и его концентрации на СО суспензий глин.

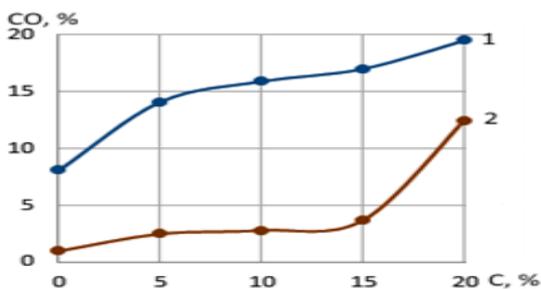


Рис. 1. Влияние концентрации NaCl на CO 5 % суспензий образцов глины Б1: 1 – природный; 2 – обогащенный

Повышение концентраций NaCl до 10 % снижает СНС и условную вязкость до минимальных значений. Дальнейшее увеличение электролита не вызывает заметных изменений реологических характеристик.

Оказалось, что нарушение стабильности непосредственно влияет на показатели водоотдачи системы. Чем ниже устойчивость системы, тем ниже фильтрационные свойства. Следовательно, значение показателей водоотдачи сильно увеличивается при нарушении устойчивости.

Стабилизирующие способности химических реагентов зависят не только от их природы и концентрации, а также от концентрации глины в суспензиях. В высококонцентрированных суспензиях начинает резко проявляться стабилизирующий эффект от обработки химическими реагентами. Особенно он ярко выражен для ПАА и МААГ-5-К. В результате адсорбции заряженных частей макромолекул полимеров на поверхности дисперсной фазы коренным образом изменяются свойства дисперсной системы. Это приводит изменению реологических и фильтрационных свойств суспензий.

Ввиду сложности и разности механизма действия различных добавок на устойчивость системы, при обработке различными реагентами особое значение придавалось на порядок их ввода в систему. Так, при вводе в суспензию сначала 1 % МААГ-5-К и затем 1 % ПАА, водоотдача пресного бурового раствора на основе КР2, понижается до нулевых значений, а водоотдача высокоминерализованного бурового раствора при таких условиях 1-2 см<sup>3</sup>/30 мин. В то же время, изменение последовательности вводимых реагентов уменьшает водоотдачу высокоминерализованных суспензий только до 4-5 см<sup>3</sup>/30 мин. Это требует в свою очередь пересмотреть существующие взгляды на последовательность ввода химических реагентов в процессе приготовления буровых растворов. Эта ситуация может ключевым образом повлиять на технологические свойства в целом. Решение этой проблемы в промышленности экономически выгодно. Ибо при этом достигается существенный эффект уменьшения расхода материалов для управления реологическими свойствами бурового раствора.

#### Список использованных источников

1. Абдикмалова А.Б., Артикова Г.Н., Шарипова А.И., Хамраев С.С. Регулирование коллоидно-химических свойств суспензий некоторых бентонитовых глин Каракалпакстана с добавками полиэлектролитов // Тезисы докладов IV Международной конференции «Коллоиды поверхности». - 3-5 Июня 2015 г. - Алматы. – С.132.
2. Абдикамалова А.Б., Хамраев С.С. Новые рецептуры комбинированных составов реагентов для создания ингибирующих глинистых буровых растворов на основе бентонитов Каракалпакстана // Бурение и нефть. – 2016. - № 11. - С. 30-32.

## О КОСМИЧЕСКОМ РАДАРНОМ МОНИТОРИНГЕ СМЕЩЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

Л.З. Анисимова<sup>1)</sup>, А.Г. Баранова<sup>2)</sup>, Р.Р. Хазиев<sup>3)</sup>, К.Ю. Колузаева<sup>4)</sup>

1) научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (ИПЭН АН РТ), г. Казань, anislz@mail.ru

2) старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (ИПЭН АН РТ), г. Казань, radmir361@mail.ru

3) научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (ИПЭН АН РТ), г. Казань, Anna.genn@mail.ru

4) младший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования института проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан (ИПЭН АН РТ), г. Казань, KSY@mail.ru

**Аннотация.** в статье представлены исследования разных авторов по изучению геодинамики, строения фундамента и осадочного чехла Ромашкинского месторождения.

**Ключевые слова:** космический мониторинг, смещение, деформация, земная поверхность, разработка, месторождение нефти

## ON SPACE RADAR MONITORING OF DISPLACEMENTS AND DEFORMATIONS OF EARTH SURFACE IN THE DEVELOPMENT OF OIL FIELDS

Lilia Z. Anisimova<sup>1)</sup>, Anna G. Baranova<sup>2)</sup>, Radmir R. Khaziev<sup>3)</sup>, Ksenia G. Koluzaeva<sup>4)</sup>

1) Resercher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, anislz@mail.ru

2) Senior Resercher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Anna.genn@mail.ru

3) Researcher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, radmir361@mail.ru

4) Junior Resercher, Laboratory of Geological and nvironmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, KSY@mail.ru

**Annotation:** the article presents studies of different authors for the study of geodynamics and structure of the basement and sedimentary cover of the Romashkinskoye field.

**Keywords:** space monitoring, displacement, deformation, ground surface, development, oil.

Движения земных пластов и землетрясения - это единый геодинамический процесс, который активно проявляется в районах добычи нефти, газа.

В последние годы на территории РТ происходит в среднем 1 землетрясение в месяц с активностью фаз в июле и в декабре месяце. Такое поведение ученые связывают:

а) с периодом зимнего и летнего солнцестояния (при переходе точек апогея и перигелия происходят изменения гравитационного взаимодействия Земли и Солнца);  
б) с интенсивной добычей нефти.

Тесная взаимосвязь структуры фундамента и черты его строения определяют особенности формирования осадочного чехла.

На современную геодинамическую активность, прежде всего, указывают современные вертикальные движения блоков фундамента. Исследователями Ромашкинского нефтяного месторождения в результате мониторинга современных вертикальных движений земной коры были выделены большие и малые подвижные блоки, а в зонах отдельных разломов по нивелирным наблюдениям отмечены обратимые вертикальные движения с амплитудой от 1 до 10 см в год.

Результаты временных вариаций газогидрохимических компонентов подземных вод КФ, полученные д.г.н Ибрагимовым Р.Л., показали их тесную взаимосвязь с сейсмической активностью территории. На Южно-Татарском своде (ЮТС) по генетическим признакам в генезисе локальных форм превалирует седиментационный фактор. Таким образом, ЮТС представляет собой комбинацию субмеридионально ориентированных блоков кристаллического фундамента.

Учитывая вышеизложенное и используя новые функциональные возможности моделирования ГИС-систем, нами была создана цифровая модель поверхности кристаллического фундамента, которая позволила выделить детальное блоковое строение в западной части Ромашкинской структуры, а также позволила наметить оси валлообразных зон и линий разломов, отличающихся от ранее принятых.

В настоящее время широко используются два метода обработки данных радиолокационной съемки: SBas - метод малых базовых линий (SmallBaselineSubset) и PS -метод постоянных отражателей (PersistentScatterers).

При наличии множества хорошо отражающих участков (участки с высокой когерентностью), встречающихся на застроенной территории, используется метод PS, который позволяет отслеживать смещения по участкам с точностью 2-4 мм. На практике требуется не менее 30 снимков одной и той же территории за разные даты, сделанные в одной и той же геометрии съемки спутникового радиолокатора. Недостатком данного метода является ее применимость только для застроенных территорий.

Интерферометрия малых базовых линий (SBaS), в отличие от интерферометрии постоянных отражателей, является менее автоматизированным методом и требующим большей квалификации исполнителя. По полученным цифровым данным выделяем участок для проведения радарной съемки в западной части территории Ромашкинского месторождения, где обнаружены наименее устойчивые блоки фундамента. Это основная часть Альметьевской площади. На южной части данный выделенный нами участок граничит с Миннибаевским выступом, который устойчиво коррелируется вплоть до отложений тульского горизонта и в геологической литературе фигурирует как Миннибаевско-Альметьевская флексура. Город Альметьевск расположен в восточной части планируемой для исследования территории. Выступы фундамента (Альметьевский и Северо-Альметьевский) расположены в северной части области рекомендуемых исследований.

Таким образом, методика интерферометрической обработки серий спутниковых радарных изображений, будучи интегрированной в систему маркшейдерско-геодезических наблюдений, позволит картировать вертикальные и горизонтальные смещения земной поверхности в пространственной взаимосвязи на разрабатываемом месторождении нефти. Полученные данные могут быть применены:

- для мониторинга при разработке месторождения нефти;

- оптимального планирования добычи нефти и обслуживания объектов нефтяной инфраструктуры;
- изучения влияния поверхности кристаллического фундамента на формирование структурного плана всего осадочного чехла;
- подтверждения взаимосвязи линий разломов кристаллического фундамента и эпицентров землетрясений;
- подтверждения связи участков инверсии дебитов с дизъюнктивной тектоникой фундамента и чехла.

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

**Д.Г. Антониади<sup>1)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2)</sup>, И.А. Пахлян<sup>3)</sup>, К.Э. Джалалов<sup>4)</sup>,  
Н.А. Шостак<sup>5)</sup>**

1) д-р техн. наук, проф. директор института нефти газа и энергетики ФГБОУ ВО «КубГТУ» dg@antoniadi.com

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru

3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

4) д.т.н. , профессор кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартуяна ФГБОУ ВО «КубГТУ»

5) канд. техн. наук, доц. кафедры нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, shostak@kubstu.ru.

**Аннотация:** разработан способ, который может быть использован при освоении средних по запасам нефтяных месторождений высоковязких нефтей, расположенных вдали от обустроенных нефтегазодобывающих регионов, с последующей переработкой углеводородного сырья непосредственно на промысле.

**Ключевые слова:** первичная подготовка нефти, сепаратор, эжектор, высоковязкая нефть, освоение.

## **DEVELOPMENT OF A METHOD OF DEVELOPMENT OF DEPOSITS OF HIGH-VISCOSITY OILS AND INSTALLATION FOR ITS IMPLEMENTATION**

**D. G. Antoniadi <sup>1)</sup>, M. V. Omelyanyuk <sup>2)</sup>, I. A. Pakhlyan <sup>3)</sup>, Ph. D. Jalalov <sup>4)</sup>,  
N. Shostak<sup>5)</sup>**

1) the Director of the Institute of oil and gas and energy IN FGBOU "Kuban state University", doctor of technical Sciences, Professor. dg@antoniadi.com

2) Ph. D., head. the Department MORP Armavir mechanics□technological Institute (branch) FSBEI "Kuban state technological University", Russia, Armavir,, m.omelyanyuk@mail.ru

3) Ph. D., associate Professor of MONGP AMTI (branch) of FGBOU VO "Kuban state University", Armavir, Russia pachlyan@mail.ru

4) Ph. D., Professor of the Department of petroleum Affairs to them. Professor G. T. Vertuani IN FGBOU "Kuban state University»

5) Cand. Sc. (Tech), associate professor of department of oil and gas business named Professor G.T. Vartumyan of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Krasnodar, Russia, shostak@kubstu.ru.

**Abstract:** a method is developed that can be used in the development of medium petroleum heavy oil, located away from the undeveloped oil and gas regions, with the subsequent processing of hydrocarbon raw materials directly in the field.

**Key words:** primary preparation of oil, separator, ejector, high-viscosity oil, development of

Технический результат при реализации способа достигается тем, что технологические процессы освоения скважин, совмещается в единый безотходный технологический цикл с переработкой продукции скважин, включающий первичную подготовку нефти, газа и воды, переработку нефти путем разделения на легкие фракции и асфальтосмолистые компоненты, после чего осуществляют прямую отгонку легких фракций, одну часть которых используют по замкнутому циклу в технологических операциях добычи, другую направляют на переработку, при этом, часть легких фракций и часть асфальтосмолистых компонентов используют по замкнутому циклу в технологических операциях добычи для выработки электрической и тепловой энергии, отделившийся попутный газ осушают и направляют на выработку электрической и тепловой энергии, подготовленную воду нагревают до температуры 80-85 °С и направляют на получение парогаса, который при давлении 16 МПа и температуре 250-360 °С подают в нагнетательную скважину для прогрева пласта и поддержания пластового давления.

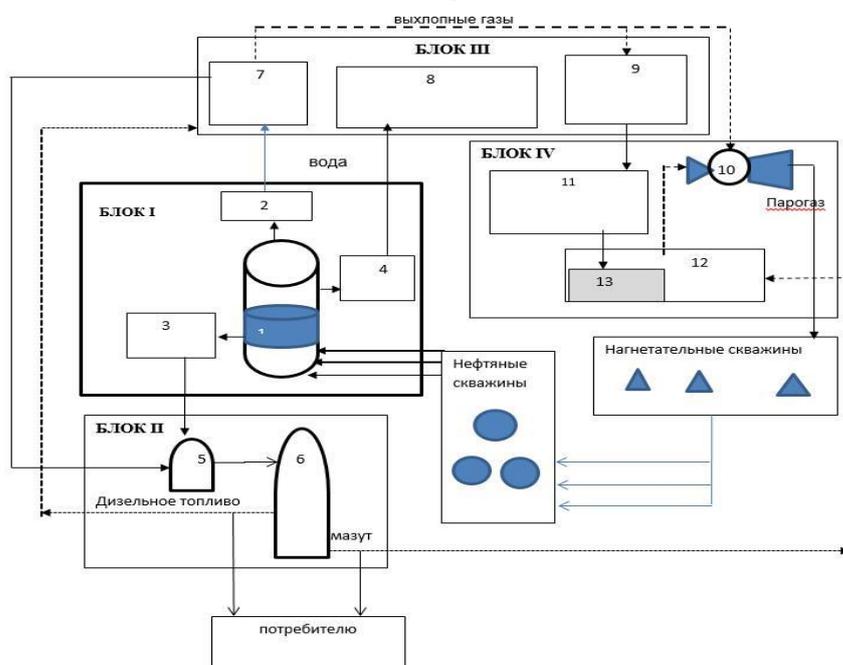


Рис. 1. Установка для освоения месторождений высоковязких нефтей

Установка для освоения месторождений высоковязких нефтей (рисунок 1) состоит из четырех основных блоков. Блок I – сбора и предварительной подготовки продукции пласта, который состоит из сепаратора 1 (газ-нефть-вода) - трехфазного разделителя фаз, узла предварительной подготовки газа 2 (УППГ), узла предварительной подготовки нефти 3 (УППН) и узла предварительной подготовки воды 4 (УППВ).

Блок II – блок начальной ступени переработки нефти, представляет собой атмосферный или атмосферно-вакуумный фракционирующий блок (АВФБ), содержащий печь 5 и колонну 6.

Блок III – выработки электрической и тепловой энергии, состоящий из дизель-генератора 7 с первым когенератором 8 для утилизации тепловой энергии системы

рубашечного охлаждения, и второго когенератора 9 для утилизации тепловой энергии из выхлопных газов дизель-генератора 7.

Блок IV – подготовки парагаза и подачи его в нагнетательную скважину, который состоит из эжектора 10, центробежного многоступенчатого насоса 11, сообщенного с паровым котлом 12, содержащим экономайзер 13.

## МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ СЛАНЦЕВОГО ГАЗА

Т.В. Арутюнов <sup>1)</sup>, О.В. Савенок <sup>2)</sup>

1) ведущий специалист отдела проектирования и мониторинга разработки месторождений Ставропольского края ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», Россия, г. Краснодар, arutyunov-tatos@mail.ru

2) д-р техн. наук, проф. кафедры нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, olgasavenok@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрен метод оценки запасов сланцевой нефти и сланцевого газа, который опирается на геологическую информацию, собранную из публично доступных источников. Приведены факторы риска/успеха.

**Ключевые слова:** сланцевая нефть, сланцевый газ, методология оценки запасов, стадии оценки, перспективные участки, факторы риска, факторы успеха.

## METHODOLOGY FOR EVALUATING SHALE GAS RESERVES

Tatos V. Arutyunov <sup>1)</sup>, Olga V. Savenok <sup>2)</sup>

1) leading specialist of the design and monitoring department of the field development of the Stavropol territory LLC «Oil Company «Rosneft» - Scientific and Technical Center», Russia, Krasnodar, arutyunov-tatos@mail.ru

2) doctor of technical sciences, professor of oil and gas engineering department by name of the professor G.T. Vartumyan of Kuban state technological university, Russia, Krasnodar, olgasavenok@mail.ru

**Abstract:** the article considers a method for estimating the reserves of shale oil and shale gas, which relies on geological information collected from publicly available sources. The factors of risk / success are given.

**Key words:** shale oil, shale gas, methodology for evaluating reserves, evaluation stages, prospective areas, risk factors, success factors.

Описываемый метод оценки запасов сланцевой нефти и сланцевого газа применяется Energy Information Administration (EIA). Метод опирается на геологическую информацию, собранную из публично доступных источников. Это общественно доступная информация дополняется опытом и наработками в оценке месторождений США.

Стадии оценки:

1) определение перспективной площади для каждой сланцевой газовой/нефтяной формации;

2) оценка запасов сланцевого газа и сланцевой нефти на месторождении;

3) расчёт технически извлекаемых запасов сланцевого газа и сланцевой нефти.

Важным и сложным этапом оценки ресурсов является установление участков, которые можно считать перспективными для разработки сланцевого газа и сланцевой нефти. Критерии, используемые для установления перспективных участков, включают в себя:

- *условия осадконакопления.* Важным критерием является обстановка осадконакопления сланца, в частности, имеет ли этот сланец морское или неморское происхождение. Морские сланцы, как правило, имеют низкое содержание глины и

высокое содержание хрупких минералов, таких как кварц, полевой шпат и карбонаты. Хрупкие сланцы положительно реагируют на гидравлическую стимуляцию. Сланцы, накапливающиеся не в морских (озёрных или речных) обстановках, имеют более высокое содержание глины, являются более пластическими и менее чувствительными к гидравлической стимуляции;

- *глубина залегания.* Глубина залегания перспективных отложений должна быть более чем 1000 м, но не менее чем 5000 м. Область с глубиной менее 1000 м имеет низкое пластовое давление, которое не сможет обеспечить движение флюида по капиллярам. Кроме того, пласты, залегающие ниже 1000 м, вероятнее всего, имеют высокое содержание пластовой воды. Пласты, расположенные на глубине ниже 5000 м, скорее всего, будут иметь низкую проницаемость и затраты на бурение скважин будут неоправданно большими;

- *общее содержание органического вещества.* Средний показатель содержания органического вещества для перспективной области должен быть больше, чем 2 %;

- *термическая зрелость.* Термическая зрелость определяет степень преобразованности органического вещества. Показатель отражения витринита используется в качестве показателя термической зрелости. Значение этого показателя для перспективной площади должно быть больше 0,7 %, но не менее 1 %. Жирный газ и конденсат перспективных зон имеют значения между 1 % и 1,3 %. Области сухого газа имеют значения более 1,3 %;

- *географическое положение.* Как правило, перспективный район будет содержать ряд областей с более высоким качеством сланцевого газа и сланцевой нефти, в том числе геологически благоприятных, с высокой концентрацией ресурсов и ряда областей с более плохими условиями для дальнейшей разработки.

Наконец, бассейнам сланцевого газа и сланцевой нефти, которые имеют очень высокое содержание глины и/или имеют очень высокую геологическую сложность, присваивается высокий фактор риска и они исключаются из оценки ресурсов. При дальнейшем развитии технологии добычи или в других экономических условиях может произойти включение этих бассейнов в оценку ресурсов.

Факторы риска/успеха. Эти два фактора заключаются в следующем:

1. *Вероятность успешного фактора.* Успех зависит от того, даст ли хотя бы некоторая небольшая часть перспективного месторождения хороший приток нефти или газа. Это, в свою очередь, определяется объёмом известных геологических данных. Так, сланцевые образования с ограниченными геологическими и пластовыми данными имеют вероятность успеха 30-40 %.

2. *Причины рисков перспективных областей.* Некоторые части перспективных областей могут быть непродуктивными. Обычно это связано с высокой структурной сложностью района, с меньшей термической зрелостью органики, а также с краевыми частями, где может быть недостаточное количество органического вещества.

Факторы риска зависят также от изученности бассейна и достоверности имеющихся данных. Продолжение поисков и оконтуривание обеспечивают более точное определение перспективной площади, в связи с чем коэффициент потенциального успеха будет меняться.

#### **Список использованных источников**

1. Арутюнов Т.В., Антониади Д.Г., Савенок О.В. Анализ методов и технологий промышленной разработки месторождений углеводородов сланцевых отложений // Научный журнал НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ (политехнический вестник). – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2014. – № 3. – С. 43-47.

2. Арутюнов Т.В., Савенок О.В. Состояние, тенденции и перспективы выработки запасов углеводородов из сланцевых отложений // Научный журнал НАУКА.

ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ (политехнический вестник). – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2014. – № 4. – С. 39-51

3. Арутюнов Т.В., Арутюнов А.А. Методы и технологии выработки запасов углеводородов из сланцевых месторождений // Электронный сетевой политехнический журнал «Научные труды КубГТУ». - 2015. – № 1 [Электронный ресурс].URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/314>

4. Арутюнов Т.В., Арутюнов А.А., Савенок О.В., Моллаев З.Х. Методология оценки ресурсов сланцевых отложений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М.: Горная книга, 2015. – № 3. – С. 266-271.

### ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ СКВАЖИНЫ С УЧЕТОМ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЛАСТА ВЗВЕШЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ В НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ ВОДЕ

I.E. Bassey<sup>1</sup>), Д.Г. Антониади<sup>2</sup>), R.E. Antigha<sup>3</sup>)

1) аспирант, Институт нефти, газа и энергетики (ИНГЭ) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Краснодар, Россия, index\_2k6@yahoo.com

2) д-р техн. наук, директор Института нефти, газа и энергетики (ИНГЭ) ФГБОУ ВО «КубГТУ», e-mail: dg@antoniadi.com.

3) канд. техн. наук, ст. преп., Кросс ривьерский технологический университет, г. Калабар, Нигерия, mail: revantiga68@gmail.com

**Аннотация.** В статье предложен новый подход для оптимизации управления скважины с учетом повреждения пласта, вызванных взвешенными частицами в нагнетательной воде. Соответственно, предсказали влияние повреждения пласта на производительность скважины, с использованием аналитической модели и численным симулятором.

**Ключевые слова:** повреждение продуктивного пласта, добывающая скважина, взвешенные частицы, давление нагнетания, скин-фактор, моделирование, оптимизация, скорость нагнетания.

### OPTIMIZING WELL CONTROL ACCOUNTING FOR FORMATION DAMAGE BY SUSPENDED PARTICLES IN THE INJECTION WATER

I.E. Bassey<sup>1</sup>), D.G. Antoniadis<sup>2</sup>), R.E. Antigha<sup>3</sup>)

1) Ph.D student, Institute of oil, gas and energy, Kuban State Technological University, city of Krasnodar, Russia. e-mail: index\_2k6@yahoo.com

2) DSc., Professor, Institute of oil, gas and energy, Kuban State Technological University, city of Krasnodar, Russia. e-mail: dg@antoniadi.com

3) Ph.D, Senior lecturer, Cross River University of Technology, city of Calabar, Ngeria; e-mail: revantiga68@gmail.com

**Abstract:** A new method has been proposed for optimization of well control taking into account formation damage caused by suspended particles of injected water. In this study, we predicted the effect of formation damage on the well production performance with the help of an analytical model and a reservoir numerical simulator.

**Key words:** Formation damage, production well, suspended particles, injection pressure, skin factor, simulation, optimization, injection rate.

Мы построили корреляцию между повреждением пласта и моделью скважины путем обновления скин-фактора в процессе моделирования. Обновляем скин-фактор каждый интервал времени ( $\Delta t$ ), чтобы симулировать процесс повреждения пласта при заводнении пласта. Предполагая, что скин-фактор ( $S$ ) является постоянным в интервале времени ( $\Delta t$ ) и влияет только на последнее время нагнетательной воды в пласт, мы обновляем коэффициент скин-фактора с помощью уравнения:

$$S(Q_{inj}^{(t-\Delta t)}, t) = (J(Q_{inj}^{(t-\Delta t)}, t) - 1) \ln \left( \frac{R_g}{r_w} \right).$$

Выполняем моделирование повреждения пласта следующим образом: Шаг 1. Создай геологическую модель коллектора, введите начальную стратегию управления скважиной и коэффициент скин-фактора для каждого инжектора; Шаг 2. Вводить параметры качества входной воды; Шаг 3. Запустите моделирование коллектора с времени  $t_0$  to  $t_1$ ; Шаг 4. Вычислите суммарное количество закачанной воды  $Q_T$  для каждого инжектора в момент времени  $t_1$ ; Шаг 5. Рассчитайте коэффициент скин-фактора  $S$  при суммарное закачанной воды  $Q_T$  по уравнение (1); Шаг 6. Обновите стратегию скин-фактора и управления скважиной; Шаг 7. Обновите время моделирования  $t_0 = t_0 + \Delta t$  и  $t_1 = t_1 + \Delta t$  Шаг 8. Повторите шаг 3-7 с момента времени  $t_0$  to  $t_1$

В таблице 1 показаны параметры качества нагнетательной воды рассматриваемой модели пласта, а в таблице 2 приведены соответствующие параметры повреждения пласта модели коллектора с 6 нагнетательными скважинами и 12 добывающих скважин.

Т а б л и ц а 1

Качество нагнетательной воды рассматриваемой модели пласта

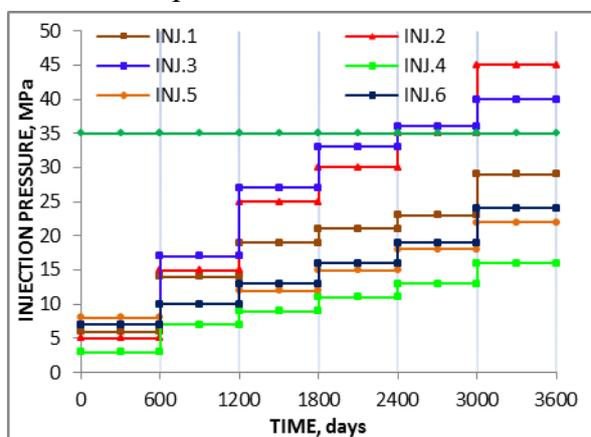
Параметры		Значения
Качество нагнетательной воды	Концентрация взвешенных частиц $C_o$ , мг / л	21
	Размер частиц $D_p$ , $\mu m$	5
Параметры оптимизации	Концентрация нефт, $C_{oil}$ , мг / л	30
	Начальная скорости нагнетания каждого инжектора, $m^3/d$	80
	Начальная дебит добыча нефти каждого эксплуатационная скважина, $m^3 / d$	40
	Диапазона диапазон скорости нагнетаний, $m^3/d$	0-160
	Диапазона дебит добыча нефти, $m^3/d$	0-160
	Общий диапазона скорости нагнетаний, $m^3 / d$	540-640
	Максимальное давление нагнетания, МПа	35

Т а б л и ц а 2

Параметры повреждения пласта модели пласта

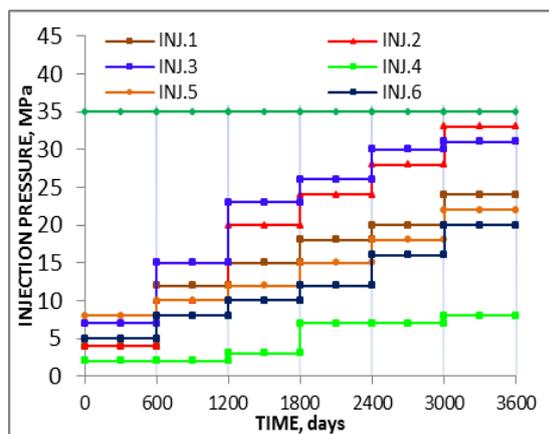
Параметры	Инжектор1	Инжектор2	Инжектор 3	Инжектор 4	Инжектор 5	Инжектор 6
$\lambda', m^{-1}$	0.4552	0.0939	0.1210	1.4322	0.0142	0.1761
$\beta$	241.22	401.02	291.95	92.998	892.00	245.00
$T_{tr, PVI}$	0.06834	0.5995	0.4126	0.0299	3.1422	0.2335
$m$	1.4872	0.4500	0.6433	2.5842	0.1926	0.7866
$m_c$	0.0239	0.0041	0.0029	0.0013	0.0071	0.0026

Под ограничении максимального давления нагнетания, оптимальная управления



скважиной проектируемой модели отличается между игнорирования и учета повреждения пласта, как показано на рисунках 1, а) и 1, б).

а)



б)

Рис. 1. Оптимизация давления нагнетания:  
а - не учитывая повреждение пласта; б - учитывая повреждение пласта

#### Список использованных источников

1. Qihong Feng, Well control optimization considering formation damage caused by suspended particles in injected water//*Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2016 Volume 35, pp 21-32.
2. Ertekin, T., Abou-Kassem, J.H., King, G., 1991. Basic Applied Reservoir Simulation/Textbook Series. SPE, p. 7.
3. Fallah, H., Sheydai, S., 2013. Drilling operation and formation damage//*Open J. Fluid Dyn*. Volume 3, pp 38-43.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СКИН-ФАКТОРА КОМПОЗИТНОГО ВНУРИСКВАЖИННОГО ФИЛЬТРА

Ван Хэнян<sup>1)</sup>

1) аспирант РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, г. Москва, Россия, 445662985@qq.com

**Аннотация:** исследованы факторы влияющие на скин-фактор с целью оптимизации прецизионного композитного фильтра.

**Ключевые слова:** фильтр, бурение, скин-фактор, оптимизация, модель, вынос песка.

### RESEARCH OF THE PRECISION COMPOSITE FILTER WITH SKIN FACTOR ACCOUNT

Wang Hengyang<sup>1)</sup>

1) graduate student of National Research University "Gubkin Russian state university of oil and gas". Moscow, Russia, 445662985@qq.com

**Abstract:** The article analyzes the skin-factor model of a precision composite filter, and optimizes the precision composite filter.

**Keywords:** filter, drilling, skinfactor, optimization, model, sandremoval.

Для повышения эффективности выноса песка проведены исследования продуктивности скважин для скважинместорождения Гудонг (КНР) в зависимости от конструкции забоя. Дебиты и скин-факторы в зависимости от конструкции забоев приведены на рис.1.

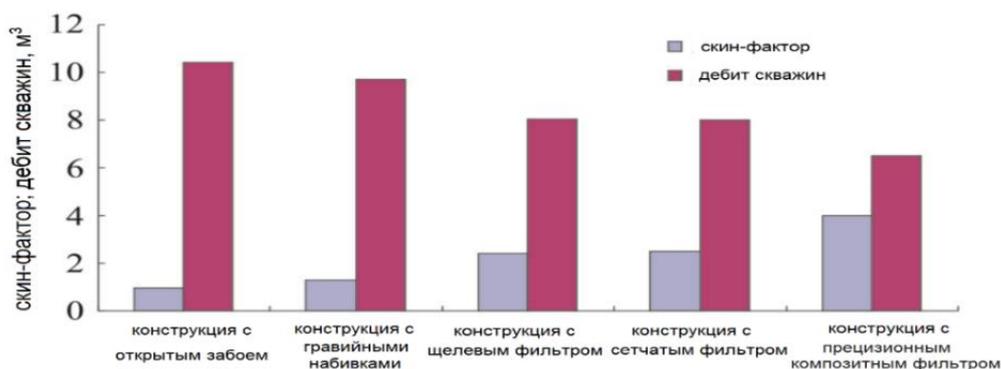


Рис. 1. Скин-фактор и дебит скважин по разным конструкциям забоев

По результатам этих расчётов очевидна необходимость оптимизации работы композитного фильтра с целью снижения гидродинамических потерь на забое скважин.

Композитный фильтр состоит из трех частей, корпуса с отверстиями, фильтровальной сетки из нержавеющей стали и внешнего кожуха со щелями (рис. 2).

Радиальный поток флюида из пласта в скважину уплотняется при прохождении через щели кожуха и распределяется по поверхности многослойной фильтровальной сетки, после чего проходит через отверстия в корпусе. На преодоление каждого из этих этапов расходуется определённое давление, суммарное значение которого определяет потери пластового давления на фильтре и уровень гидродинамического сопротивления фильтра потоку.

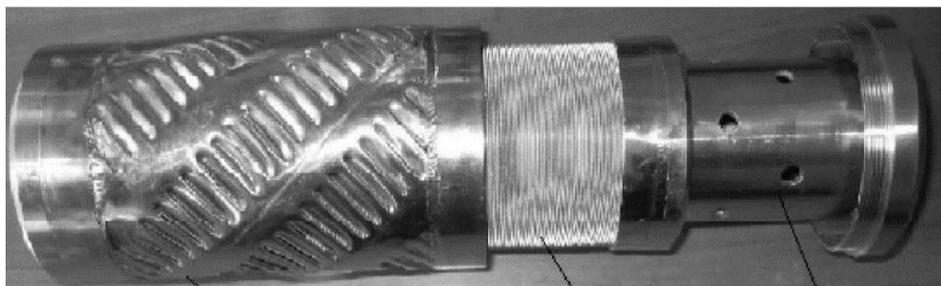


Рис. 2. Структура прецизионного композитного фильтра

Исследования влияния каждого из фильтрационных барьеров дал возможность определить оптимальные размеры щелей кожуха, проницаемости сетки и размеры отверстий в корпусе фильтра. Результаты исследований для корпуса с отверстиями приведены на рисунке 3.

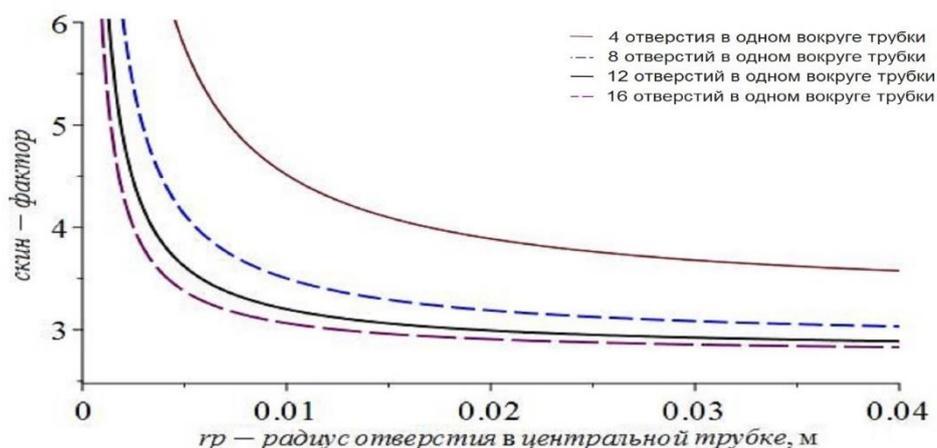


Рис. 3. Оптимизация для корпуса с отверстиями

#### Выводы:

1. По сравнению с другими конструкциям забоев, композитный фильтр завершает небольшое увеличение скин-фактора, которое может обеспечить текучесть жидкости в скважину легко и получить более высокую производственную мощность. Поэтому он подходит для слабо-консолидированных призабойных пластов.
2. Для промежуточной фильтровальной сетки, ее проницаемость должна больше, чем проницаемость призабойных пластов.
3. Для внешнего кожуха со щелями, коэффициент  $\lambda$  должен равно или более 0,6; числа щелей в одном кругетрубы должен равно или больше чем 20.
4. Для корпуса с отверстиями, радиус отверстия должен равно или больше чем 6 мм; число отверстия в одном вокругетрубы должно равно или больше чем 12.

#### Список использованных источников

1. Подгорнов В.М. Технологические принципы проектирования пологих и горизонтальных забоев добывающих скважин// Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. - 2016. - № 1. - С. 7-11.
2. Furui K, Zhu D, HILL A D. A new skin factor model for perforated horizontal wells[R]. SPE 77363, 2002.
3. Wang Yi, Yang Haibo, Peng Zhigang . Sand control and completion technology of precision composite sand filter[J]. Petroleum machinery, 2008. 36(6): 60-61.

#### УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ГРАНУЛЯРНЫХ И ТРЕЩИННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

В.В. Вержбицкий<sup>1)</sup>, В.А. Васильев<sup>2)</sup>, Т.А. Гунькина<sup>3)</sup>, И.Л. Осадчая<sup>4)</sup>

- 1) ст. преп. кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений СКФУ, г. Ставрополь, rangm26@yandex.ru.
- 2) канд. техн. наук, доц., и.о. зав. кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений СКФУ, г. Ставрополь, rangm26@yandex.ru.
- 3) канд. техн. наук, доц. кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений СКФУ, г. Ставрополь, rangm26@yandex.ru.
- 4) канд. техн. наук, доц. кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений СКФУ, г. Ставрополь, oil19@scnipigaz.ru

**Аннотация:** в статье приводится уточненная методика определения техногенной неоднородности продуктивных пластов месторождения углеводородов или подземного хранилища газа, позволяющая осуществлять планирование геолого-технических мероприятий и ранжировать скважины по очередности проведения капитального ремонта.

**Ключевые слова:** разработка месторождений, коллектор, продуктивный пласт, фильтрационные свойства породы, фильтрация флюидов, призабойная зона пласта.

## **CORRECTION OF THE METHODOLOGY FOR DETERMINING FILTRATION-CAPACITIVE PROPERTIES OF GRANULAR AND FRACTURED RESERVOIRS**

**V.V. Verzhbitsky<sup>1</sup>, V.A. Vasiliev<sup>2</sup>, T.A. Gunkina<sup>3</sup>, I.L. Osadchaya<sup>4</sup>**

1) Senior Teacher of Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, NCFU, Stavropol, rangm26@yandex.ru.

2) Candidate of Technical Sciences, Associate professor, Acting Head of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, NCFU, Stavropol. E-mail: rangm26@yandex.ru.

3) Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, NCFU, Stavropol, rangm26@yandex.ru.

4) Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, NCFU, Stavropol, oil19@scnipigaz.ru

**Abstract:** the article provides a refined methodology for determining the technogenic heterogeneity of productive formations of a hydrocarbon field or underground gas storage that allows planning geological and technical measures and ranking wells according to workover turn.

**Key words:** development of fields, reservoir, productive formation, filtration properties of rock, filtration of fluids, bottomhole formation zone.

В настоящее время в промышленную разработку все больше вводятся месторождения углеводородов с трудноизвлекаемыми запасами. Их отличают пониженные фильтрационно-емкостные свойства, высокая расчлененность, низкие нефте- и газонасыщенные толщины. Эффективность разработки залежей нефти и газа, приуроченных к коллекторам подобного типа, зависит от обоснованности подсчетных параметров продуктивных пластов.

Для оценки емкостных и фильтрационных свойств коллекторов сложного строения необходимо применять методы, отличающиеся повышенной информативностью и точностью.

При проектировании и анализе разработки нефтяных и газовых месторождений используются различные методы оценки фильтрационно-емкостных параметров пластов-коллекторов, которые должны отличаться повышенной информативностью и точностью.

Геофизические методы позволяют определять в основном емкостные свойства, при этом фильтрационные свойства пласта рассчитываются по функциональным зависимостям (проницаемость от пористости).

Цель лабораторных исследований образцов горных пород (кернов) и искусственных образцов из различных материалов - определение коэффициента фильтрационных сопротивлений [1]. Анализ лабораторных исследований, приведенных в работах [1, 2], по фильтрации различных флюидов (нефти, воды, газа) в образцах гранулярных и трещинных горных пород, в насыпных материалах позволил определить

связь коэффициента проницаемости с эквивалентным диаметром зерен породы с использованием числа Слихтера, введенного Л.С. Лейбензоном.

Показано, что в большинстве случаев число Слихтера изменяется в пределах от  $1,3 \cdot 10^{-4}$  до  $2 \cdot 10^{-3}$  в зависимости от гранулометрического состава горной породы или насыпного материала. Для объяснения этого диапазона изменения числа Слихтера был использован фрактальный метод, что позволило выявить геометрический ряд размеров зерен породы и насыпного материала и, соответственно, получить зависимости для расчета пористости горной породы и объяснить физическую природу коэффициента проницаемости.

Этот же подход позволил по-другому рассмотреть особенности фильтрации флюида в трещинном коллекторе. Особые проблемы возникли по увязке результатов исследований керна и газогидродинамических исследований пласта. Прежде всего, это коснулось оценки границы перехода от линейного закона Дарси к двучленному закону фильтрации. Полученные результаты анализа позволили определить по промысловым данным коэффициент вихревых сопротивлений, характеризующий литологическую или техногенную неоднородность пласта-коллектора. Техногенная неоднородность в основном выделяется в призабойной зоне пласта в процессе вскрытия пласта бурением, при капитальном ремонте скважин, при циклической эксплуатации скважин ПХГ и т. д.

Газогидродинамические исследования (ГДИ) продуктивных пластов позволяют получить информацию о коллекторских и фильтрационных свойствах горной породы: пористость, проницаемость, гидропроводность, пьезопроводность, газонасыщенность. Так как продуктивный горизонт складывается из нескольких пластов различного литологического состава результаты ГДИ позволяют получить картину о его неоднородности.

В монографии [2] рассмотрены два типа неоднородности – зональная и послойная. При обработке индикаторных линий определяются свойства призабойной зоны пласта, а кривые стабилизации давления после остановки скважины указывают на число и размеры переходных зон от скважины до контура питания.

При этом необходимо отличать геологическую (природную) и техногенную (созданную в процессе разработки месторождения) неоднородность продуктивного пласта.

Выявление техногенной неоднородности на структурных картах нефтяного/газового месторождения или подземного хранилища газа позволит осуществлять планирование геолого-технических мероприятий с целью повышения добычи углеводородного сырья и ранжировать скважины по очередности проведения капитального ремонта.

#### **Список использованных источников**

1. Маскет М. Течение однородных жидкостей в пористой среде. - Ижевск: ИКИ, 2004. - 640 с.
2. Теория и практика эксплуатации подземных хранилищ газа в условиях разрушения пласта-коллектора: монография / В.А. Васильев [и др.] - М.: ТПС Принт, 2016. - 264 с.

### **РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ Р.А. Гасумов<sup>1</sup>, И.Л. Осадчая<sup>2</sup>**

1) д-р техн. наук, проф., первый заместитель генерального директора АО «СевКавНИПИГаз», Россия, г. Ставрополь, Priemnaya@scnipigaz.ru

2) канд. техн. наук, учёный секретарь аппарата при руководстве АО «СевКавНИПИГаз», Россия, г. Ставрополь, OsadchayaIL@scnipigaz.ru

**Аннотация:** в статье приводятся результаты исследований применения комплексных добавок для замедления схватывания тампонажных растворов, позволяющих обеспечить качественное крепление скважин.

**Ключевые слова:** крепление скважин, тампонажные материалы, затрубное пространство, замедлители сроков схватывания цементных растворов, критическая концентрация мицеллообразования, поверхностно-активные вещества.

## REGULATION OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PLUGGING SOLUTIONS

R.A. Gasumov<sup>1)</sup>, I.L. Osadchaya<sup>2)</sup>

1) D.E., Prof., First Deputy General Director of JSC "SevKavNIPIgaz", Stavropol, Russia, Priemnaya@scnipigaz.ru

2) Candidate of Technical Sciences, Academic Secretary of the apparatus under the management of JSC "SevKavNIPIgaz", Stavropol, Russia, OsadchayaIL@scnipigaz.ru

**Abstract:** The article presents the results of studies for the use of complex additives to retard the setting time of plugging solutions which allow to ensure high-quality stabilization of wells.

**Key words:** stabilization of wells, plugging materials, annular space, retardants of cement setting time, critical concentration of micelle formation, surfactants.

Одной из основных задач при строительстве газовых скважин является обеспечение герметичности разобщения вскрываемых бурением коллекторов газа от выше и ниже залегающих пластов путем перекрытия интервалов продуктивных горизонтов обсадными трубами и заполнения затрубного пространства тампонажными растворами, обладающими свойствами в течение определенного времени переходить в твердое камневидное состояние – цементный камень [1].

При проведении технологической операции цементирования скважины реологические свойства тампонажных растворов должны обеспечивать их подвижность, достаточную для закачки в интервал цементирования и своевременное схватывание, то есть время, в течение которого образуется непрерывно уплотняющаяся коагуляционная структура.

Тампонажные цементы, применяемые для крепления глубоких скважин с высокими забойными температурами, при затворении водой показывают различные скорости гидратации, напрямую влияющие на время схватывания цементного раствора.

Применение шлаковых тампонажных материалов, по сравнению с портландцементными, имеющими более низкую скорость гидратации, нередко приводит к недоподъему цементного раствора в затрубном пространстве до заданной отметки из-за преждевременного загустевания при высоких температурах.

С целью предотвращения этого явления для замедления загустевания и схватывания тампонажных растворов в них вводят значительные количества добавок, что зачастую приводит к ухудшению физико-химических свойств цементного камня и снижает качество разобщения продуктивных горизонтов [2].

Применение комплексных добавок с целью замедления схватывания тампонажных растворов способствует сокращению суммарного количества вводимых реагентов по сравнению с количеством каждого из них в отдельности. Замедляющее действие комплексных реагентов усиливается в результате проявления синергетического эффекта [3].

Наиболее активные замедлители – растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ). Характерной особенностью ПАВ является образование в них особого вида

коллоидных систем, в которых вследствие самопроизвольной ассоциации первичных молекул или ионов растворенного вещества образуются агрегаты частиц коллоидных размеров – мицеллы. Их образование в больших происходит только при достижении так называемой «критической концентрации мицеллообразования» (ККМ).

Замедляющая способность выше у тех добавок, которые имеют меньшую величину ККМ: ККМ окзила составляет 0,0054 %; ККМ карбоксиметилцеллюлозы (КССБ) – 0,0058%; ККМ Трилона Б - 0,0063 %; ККМ гипана - 0,0080 %.

Для выявления синергетического эффекта, проявляемого при совместном действии добавок замедлителей структурообразования тампонажных растворов, были выполнены исследования различных комбинаций реагентов. Наилучшие показатели были отмечены для комбинаций:

- комплексная добавка дубитель Д-4 + окзил проявляет синергетический эффект до 3,5 часов в области концентраций 0,02-0,08 % Д-4 и 0,12-0,18 % окзила;

- значительный синергетический эффект показали комплексные добавки КССБ +  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (сульфат меди);  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (хромпик) + гипан; Д-4 +  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ; КССБ + борная кислота.

Синергетический эффект замедления сроков схватывания ШПЦС-120 - тампонажного цемента на основе шлаков металлургической промышленности, до 1,5 часа проявляют комплексные добавки  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  + ССБ (сульфитно-спиртовая барда) и  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  + трилон Б.

Следует отметить, что в зависимости от вида цемента влияние одних и тех же комплексных добавок на сроки схватывания тампонажных растворов может быть различным.

Различное влияние добавок  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и ССБ на сроки схватывания ПТЦ-100 (портландцемента) и ШПЦС-120 может быть обусловлено химико-минералогическим составом этих цементов и избирательностью адсорбции вводимых добавок на поверхности твердой фазы полученных тампонажных растворов. Не исключено химическое взаимодействие между реагентами и новообразованиями при гидратации тампонажных материалов, приводящее при определенных условиях (например, рН жидкой фазы растворов) к изменению свойств применяемых реагентов, что обуславливает их неспособность замедлять сроки схватывания тампонажных растворов.

#### Список использованных источников

1. Гасумов Р.А., Гераськин В.Г., Овчаров С.Н., Гасумов Э.Р. Исследование причин заколонных проявлений при цементировании скважин эксплуатационной колонны // Наука. Инновации. Технологии. - 2017. - № 4. - С. 125-136.

2. Перейма А.А., Осадчая И.Л., Гноевых А.Н. Повышение надежности крепи скважин с сероводородсодержащей продукцией // Газовая промышленность. - 2012. – № 7. - С. 22–28.

3. Осадчая И.Л., Перейма А.А. Комплексные добавки химреагентов для регулирования технологических свойств тампонажных растворов / Реагенты и материалы, технологические составы и буровые жидкости для строительства, эксплуатации и капитального ремонта нефтяных, газовых и газоконденсатных скважин// Материалы XVI Международной научно-практической конференции (5-8 июня 2012 года, г. Суздаль). - Владимир, 2012. - С. 70-73.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРАЗРАБОТКИ  
ГАЗОНЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЛЮЧЕВОЕ  
М.Н. Дядченко<sup>1)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2)</sup>**

1) ст. мастер ООО «РН-Краснодарнефтегаз», Россия, г. Краснодар;

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** выполнено проектирование доразработки Ключевого месторождения, с целью достижения проектного коэффициента нефтеизвлечения.

**Ключевые слова:** месторождение, скважина, дебит, добыча, нефть, нефтеотдача, жидкость, обводнённость, закачка, давление, варианты разработки.

**DESIGNING OF DEVELOPMENT OF GAZONEFT DEPOSIT KLYUCHEVOE  
M.N. Dyadchenko<sup>1)</sup>, M. V. Omelyanyuk<sup>2)</sup>**

1) head master «RN-Krasnodarneftegaz» LLC

2) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Annotation:** executed design development, a Key field, with the aim of achieving the design oil recovery factor.

**Key words:** deposit, well, production, production, oil, oil recovery, liquid, watering, injection, pressure, development options.

Согласно госбалансу, Ключевое месторождение объединяет 3 участка, на которые как на самостоятельные месторождения имеются отдельные лицензии, - это собственно Ключевое месторождение, Южно-Ключевое и Узун. Месторождение Ключевое разрабатывается согласно лицензии НЭ №03223, серия КРД от 16 ноября 2006 г.

На месторождении Ключевое нефтенасыщенность выявлена только в 1 и 11 горизонтах среднемайкопских отложений, других залежей на месторождении нет.

Основной проблемой довыработки остаточных извлекаемых запасов на всех участках месторождения – это изношенность фонда добывающих скважин, связанная с длительным сроком и сложными условиями эксплуатации скважин.

Экономическая оценка эффективности бурения скважин-дублёров рассчитана при сложившихся средних затратах на забуривание вторых стволов в ООО «Краснодарнефтегаз» - при средней длине бокового ствола 900 м стоимость его строительства составляет 15300 тыс. руб. Набор рассчитанных вариантов охватывает весь диапазон полученных оценочных величин остаточных запасов нефти и дебитов скважин. Рассчитано 17 вариантов. Они различаются прежде всего величиной остаточных запасов – от 5 тыс. т. до 50 тыс. т. Для вариантов с определённой величиной остаточных запасов рассчитаны подварианты с различным начальным дебитом жидкости скважин и различной начальной обводнённостью продукции.

На основе выполненных оценок потенциальных возможностей пробуренных скважин по довыработке остаточных запасов нефти объектов эксплуатации выполнено ранжирование скважин по их эффективности и разработан план-график ввода скважин в эксплуатацию по годам, по горизонтам и участкам месторождения, исходя из максимального объёма бурения вторых стволов 6 скважин в год, аналогичное количество и проводимых работ по РИР и восстановлению дебита скважин.

Анализ результатов расчёта технологических показателей разработки показывает, что реализуемая система разработки может обеспечить достижение проектного КИН лишь по горизонту 1 участка Ключевой и по горизонту II участка

Узун, по остальным объектам для достижения утверждённого КИН требуется проведение большого комплекса мероприятий. Так по горизонту II обеспечит достижение утверждённого КИН объём мероприятий, намеченный до 2013 г. включительно, т.е. бурение и ввод 10 скважин-дублёров и проведение КРС по изоляции водо-притока и восстановлению производительности в 11 скважинах. По участку Южно-Ключевой для достижения проектного КИН требуется полное переобустройство западного и восточного участков с проведением ГРП в 12-ти скважинах-дублёрах и проведение КРС в 4-х скважинах, т.е. в целом по месторождению Ключевое проектный КИН достигается бурением 22 скважин-дублеров и проведением КРС в 15 скважинах.

Суммарный фонд добывающих скважин на месторождении по проектным вариантам следующий: вариант 1 – 46, вариант 2 – 96, вариант 3 – 133 скважины, максимальное количество вводимых нагнетательных скважин – 18.

По месторождению в целом максимальные уровни отбора следующие: вариант 1-17,9 тыс.т/год, вариант 2-72,1 тыс.т/год, вариант 3-120,6 тыс.т/год. Эти проектные максимальные уровни отбора соответствуют ранее достигнутому на месторождении примерно при одинаковом фонде добывающих скважин.

Оценка остаточных извлекаемых запасов нефти в залежах велась с использованием гидродинамических моделей и характеристик вытеснения, которые строились в целом для залежей, для каждого залива и для каждой добывающей скважины, перебивавшей в эксплуатации на анализируемом участке. При такой разной детализации проводимого анализа выработки запасов суммарные результаты по всем методам оказались весьма близкие и показали следующее. А) По залежи I горизонта участок Ключевой продолжение разработки действующим фондом добывающих скважин обеспечит достижение нефтеотдачи 0,516 (выше проектной 0,515) и остаточные извлекаемые запасы составляют 144 тыс. т. Потенциальные извлекаемые запасы залежи составляют 5800 тыс. т, коэффициент нефтеотдачи 0,617, остаточные потенциально извлекаемые запасы составляют 1089 тыс. т. Б) По залежи II горизонта участок Ключевой оставшийся действующий фонд добывающих скважин обеспечит отбор еще 12 тыс. т. нефти, будет достигнута нефтеотдача 0,360, потенциальные извлекаемые запасы залежи составляют 4850 тыс. т, нефтеотдача 0,453 (утверждённая 0,384), остаточные потенциально извлекаемые запасы нефти составляют 1012 тыс.т В) По залежи I горизонта Южно-Ключевого участка действующий фонд добывающих скважин может обеспечить отбор ещё 7 тыс. т – извлекаемые запасы 270 тыс. т, коэффициент нефтеотдачи 0,165. По западному заливу потенциально извлекаемые запасы составляют 360 тыс. т., коэффициент нефтеотдачи 0,401 (утверждённые извлекаемые запасы 407 тыс. т, коэффициент нефтеотдачи 0,453). По восточному заливу потенциально извлекаемые запасы составляют 120-170 тыс. т, коэффициент нефтеотдачи 0,163-0,231 (утвержденные извлекаемые запасы составляют 327 тыс. т, коэффициент нефтеотдачи 0,445). Г) По участку Узун действующий фонд добывающих скважин обеспечивает отбор еще 22 тыс. т. нефти – извлекаемые запасы 600 тыс. т., коэффициент нефтеотдачи 0,464 (утверждённые извлекаемые запасы 588 тыс. т, коэффициент нефтеотдачи 0,455), потенциально извлекаемые запасы 704-746 тыс. т, минимальный коэффициент нефтеотдачи 0,545.

#### **Список использованных источников**

1. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: учебник для вузов. - М.: Недра - Москва, 2011. – 365 с.
2. Лысенко В.Д. Разработка нефтяных месторождений. Проектирование и анализ. - М.: Недра - Москва, 2013. - 638 с.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРАЗРАБОТКИ  
НИКОЛАЕВСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
Д.А. Махомендрик<sup>1)</sup>, А.П. Аладьев<sup>2)</sup>, И.А. Пахлян<sup>3)</sup>**

1) мастер ООО «РН-Краснодарнефтегаз», Россия, г. Краснодар;

2) студент кафедры МОНПИ АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, aladyev.anton@gmail.com

3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** в работе выполнен анализ вариантов доработки Николаевского месторождения с целью достижения проектного коэффициента нефтеизвлечения.

**Ключевые слова:** нефтяная залежь, балансовые запасы, извлекаемые запасы, бурение, темп отбора, прогнозные показатели, технико-экономический анализ.

**DESIGNING OF FURTHER DEVELOPMENT NIKOLAEVSKOE OIL FIELD  
D.A. Mahomendrikov<sup>1)</sup>, A. P. Aladev<sup>2)</sup>, I. A. Pahlyan<sup>3)</sup>**

1) the foreman of «RN-Krasnodarneftegaz» LLC, city of Krasnodar, Russia;

2) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, aladyev.anton@gmail.com

3) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** in the work the analysis of variants of further development of Nikolaevskoe oil field with the purpose of achievement of design oil recovery factor has been done.

**Key words:** oil deposit, balance reserves, recoverable reserves, drilling, rate of selection, forecast indicators, technical and economic analysis.

Николаевское месторождение расположено на территории Успенского района Краснодарского края, в 65 км от г. Армавира.

Нефтяная залежь Николаевского месторождения характеризуется простым геологическим строением, по всей площади подстилается пластовой подошвенной водой. По состоянию на 01.01.2018 г. на месторождении пробурено 62 скважины. Накопленная добыча нефти составляет 4580,2 тыс. т (83,4 % от начальных извлекаемых запасов). Текущий коэффициент нефтеизвлечения достиг 0,667.

Небольшая глубина залегания нефти Николаевского месторождения (602 м), низкая минерализация пластовой, подошвенной воды (76 мг-экв/л), термобарические условия и прочее, предопределили уникальность физико-химических свойств и состава нефти.

С одной стороны, они по свойствам и составу близки к конденсатам, содержащимся в газовых залежах эоцен-палеоценовых и мезозойских отложений, с другой к нефтям залежей, приуроченных к мезозойским отложениям (месторождения Баракаевское, Мирная Балка и др.).

Отмеченная близость, особенно четко выражается в сходстве плотности, вязкости нефти, выходу фракций при различных температурах в процессе перегонки и др.

Средняя плотность нефти, принятая при расчетах, составляет 0,782 г/см<sup>3</sup> (в пластовых условиях 0,729 г/см<sup>3</sup>), содержание растворенного газа очень низкое 5 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>.

Комплексное изучение условий залегания углеводородов, их состава и свойств позволило сделать вывод о генетическом единстве углеводородов, содержащихся в эоценовых, палеоценовых и мезозойских отложениях Центрального Предкавказья.

Анализируя карту накопленных отборов, полагаем, что максимальная величина перемещения контакта, при условии равномерного подъема его по всей площади залежи, не превышает 13,7 м.

Такое положение можно объяснить более высокими значениями фактического коэффициента охвата вытеснением по сравнению с принятым ранее.

Следовательно, конечный коэффициент нефтеизвлечения на Николаевском месторождении будет значительно выше утвержденного при пересчете запасов (0,648).

При определении возможных вариантов доработки залежи Николаевского месторождения значительный интерес представляют вопросы связанные с дальнейшим уплотнением сетки скважин.

Проведенными гидродинамическими исследованиями по интерференции скважин IV горизонта было установлено, что при расстоянии между скважинами более 50 м никакого взаимодействия между ними не происходит.

На Николаевском месторождении пробурено 62 скважины. Плотность сетки составляет 6,6 га/скв. Следовательно, определенный резерв для размещения дополнительных добывающих скважин на залежи имеется.

Исходя из этого расчет прогнозных показателей выполнен по трем вариантам:

Вариант 1 (базовый). Разработка залежи осуществляется по сложившейся технологии, имеющимся фондом добывающих скважин.

Вариант 2 - предусматривает дополнительное бурение трех новых скважин (2018 г.).

Вариант 3 - дополнительные бурение шести добывающих скважин (3 в 2018 г. и 3 в 2019 г.).

Максимальная добыча нефти за прогнозный период составит 400,5 тыс.т (вариант 3), что на 64,0 тыс.т больше по сравнению с вариантом 1 и на 27,6 тыс.т больше по сравнению с вариантом 2.

Степень выработки достигнет 91 %, а коэффициент нефтеизвлечения 0,728.

При составлении проекта разработки конечный коэффициент нефтеизвлечения был обоснован равным 0,8.

Достижение такой величины возможно при условии сохранения безводной эксплуатации скважин в течение длительного периода, исчисляемого десятками лет. В реальных условиях разработки Николаевского месторождения такого положения достичь не возможно.

Практика показывает, в течение последних 10 лет (2007-2017 гг.) все скважины работают с водой, причем обводненность продукции закономерно повышается (в 2007 г. в среднем составила 33,%, в 2017 г. - 60,%).

Выполненные расчеты показывают, что при сложившейся технологии разработки Николаевского месторождения, с учетом полного обводнения скважин, коэффициент нефтеизвлечения может достигнуть 0,73. В этом случае начальные извлекаемые запасы нефти будут равны 5,014 млн т, которые к 2019 г. будут полностью выработаны.

#### **Список использованных источников**

1. Лысенко В.Д. Разработка нефтяных месторождений. - М.: Недра, 2006.
2. Отчет о результатах бурения на Николаевской площади и подсчет запасов нефти и газа по состоянию на 01.03.2012 г. / Н.Е. Митин [и др.]. Фонды ПО Краснодарнефтегаз, 2012

3. Отчет: «Геолого-промысловое изучение Николаевского и Убеженского месторождений (свита Горячего Ключа) с пересчетом запасов нефти и газа в связи с проектированием доразработки» / О.К. Обухов [и др.]. Фонды РосНИПИтермнефть, 2000.

**БИТУМИНОЗНАЯ НЕФТЬ НИГЕРИИ И ЛЁГКАЯ НЕФТЬ КУБАНИ:  
АНАЛОГИЧНОСТЬ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СДВИГА  
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ  $^{13}\text{C}$  ЯМР-СПЕКТРОСКОПИИ  
Нвизуг-Би Лейи Клуверт <sup>1)</sup>, О.В. Савенок <sup>2)</sup>**

1) аспирант кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, kluivert\_dgreat@mail.ru

2) д-р техн. наук, проф. кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, olgasavenok@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализирована аналогичность химического сдвига (ХС) битуминозной нефти Нигерии и лёгкой нефти Кубани Западно-Ахтанизовского месторождения (скважина № 30) при применении ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на основе  $^{13}\text{C}$ .

**Ключевые слова:** битуминозная нефть, лёгкая нефть, химический сдвиг, ядерный магнитный резонанс.

**BITUMINOUS OIL OF NIGERIA AND LIGHT OIL OF KUBAN:  
ANALOGY OF THEIR CHEMICAL SHIFT WITH THE USE OF  $^{13}\text{C}$  NMR  
SPECTROSCOPY  
Nwizug-bee Leyii Kluivert <sup>1)</sup>, Olga V.Savenok <sup>2)</sup>**

1) graduate student of Kuban state technological university, Russia, Krasnodar, kluivert\_dgreat@mail.ru

2) doctor of technical sciences, professor of oil and gas engineering department by name of the professor G.T. Vartumyan of Kuban state technological university, Russia, Krasnodar, olgasavenok@mail.ru

**Abstract:** the article analyzes the analogy of the chemical shift (CS) of bituminous oil in Nigeria and the light oil of Kuban of the Western Akhtanizovsky deposit (well № 30) using the Magnetic Resonance (NMR) based on  $^{13}\text{C}$ .

**Keywords:** bituminous oil, light oil, chemical shift, Nuclear Magnetic Resonance.

Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) на основе  $^{13}\text{C}$  был применён для изучения битуминозной нефти месторождения «Yegbata» на Юго-Западе Нигерии. Полученный результат был использован для сравнения с результатом ядерного магнитного резонанса нефти Кубани Западно-Ахтанизовского месторождения (скважина № 30). Сравнительный результат удивительно показывает, что диапазон химического сдвига (ХС) ядерного магнитного резонанса на основе  $^{13}\text{C}$  битуминозной нефти месторождения «Yegbata» практически совпадает с лёгкой нефтью Кубани Западно-Ахтанизовского месторождения (скважина № 30) (см. рис. 1 и 2). Битуминозная нефть Нигерии была отобрана с глубины 750 м, а лёгкая нефть Кубани – с глубины 1479 м. Спектры ЯМР снимались на спектрометре JNM ECA-400 (Япония, JEOL, 400 МГц) в дейтерированном хлороформе. В качестве внутреннего стандарта использовался тетраметилсилан. Образцы битуминозной нефти помещались в растворитель и перемешивались до полного растворения органической фазы. Нерастворимый остаток породы отфильтровывался. Количество накоплений для спектра  $^{13}\text{C}$  – 5000.

В спектре  $^{13}\text{C}$  интенсивный сигнал растворителя на 77 м.д. и сигнал стандарта ТМС на 0 м.д. В спектре наблюдаются сигналы ядер углерода различных алкильных групп (предельных углеводородов)  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$  и  $\text{CH}$  в районе сдвигов от 10 до 50 м.д. Большая группа сигналов в области 130 м.д. соответствует сигналам углерода ароматических групп полициклических соединений битуминозной нефти. Общий вид спектра ЯМР  $^{13}\text{C}$  свидетельствует о большом количестве алифатических и ароматических компонентов битуминозной нефти. В области сигналов ядер  $^{13}\text{C}$  углеродов алифатических групп сравнимых спектров установлено некоторое совпадение спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  нефти Кубани и спектров ЯМР  $^{13}\text{C}$  битуминозной нефти Нигерии. Однако в спектре ЯМР  $^{13}\text{C}$  образца битуминозной нефти Нигерии наблюдаются более широкие и интенсивные линии в области ароматических углеродов в диапазоне 108-150 м.д.

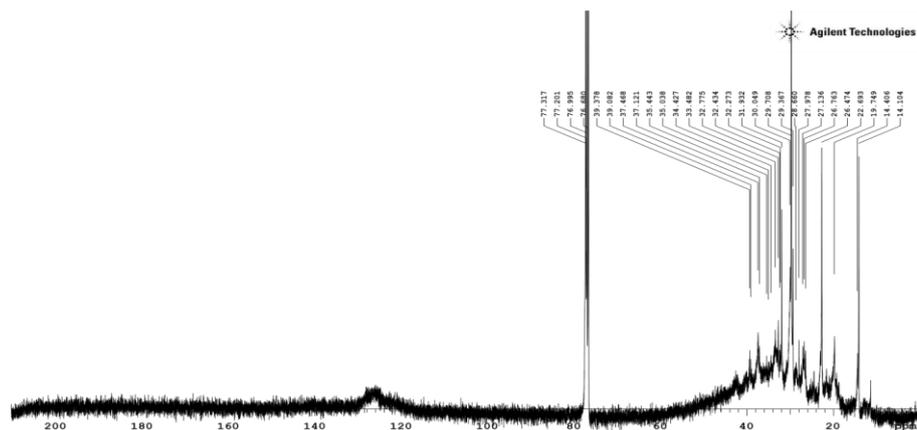


Рис. 1. Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  нефти Кубани

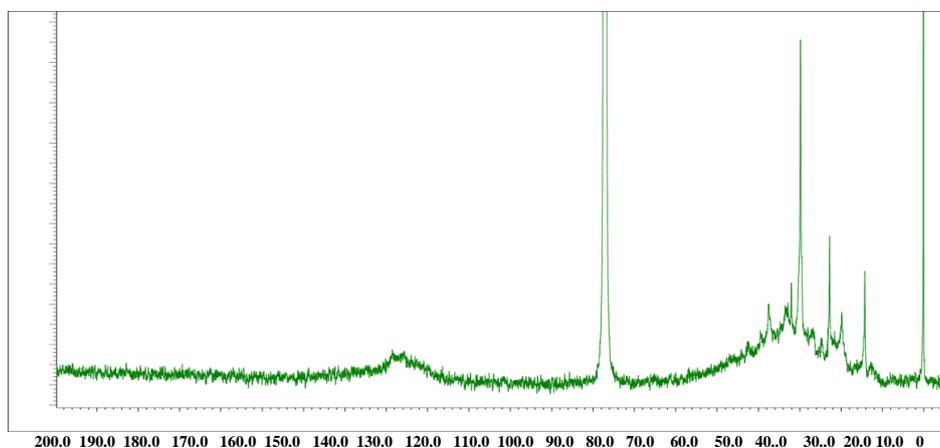


Рис. 2. Спектр ЯМР  $^{13}\text{C}$  битуминозной нефти месторождения «Yegbata» Нигерии

#### Список использованных источников

1. Нвизуг-Би Л.К, Савенок О.В. Газово-хроматографо-масс-спектрометрический анализ общих нефтяных углеводородов и многоциклических ароматических углеводородов битуминозных отложений Нигерии // Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». – М.: Изд-во ООО «Ай Ди Эс Дрилинг», 2017. – № 4. – С. 27-31.
2. Nwizug-bee Leyii Kluivert, Savenok O.V., Moisa Yu.N., Ivanov D.Yu. Physical and Chemical impacts on Bituminous core samples under Thermobaric conditions on a deposit in South Western Nigeria // International Journal of Applied Engineering Research

## ОСЛОЖНЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН ТАЛАКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.О. Петрушин<sup>1)</sup>, А.С. Арутюнян<sup>2)</sup>

1) ведущий технолог по добыче нефти и газа ЦДНГ1 ОАО «Печоранефть», Россия, г. Усинск, eopetrushin@yahoo.com

2) канд. техн. наук, доц. кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Краснодар, mereniya@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрены осложнения в процессе эксплуатации скважин Талаканского месторождения на примере скважин №№ 179-018 и 179-029. Показана технология «непрерывной трубы» с запасованным внутрь геофизическим кабелем.

**Ключевые слова:** эксплуатация скважин, осложнения и аварии, конструкция скважины, технология «непрерывной трубы», горизонтальная скважина, пилотный ствол, газопитоки.

## COMPLICATIONS IN THE OPERATION OF WELLS OF THE TALAKANSKOYE FIELD

Evgeniy O. Petrushin<sup>1)</sup>, Ashot S. Arutyunyan<sup>2)</sup>

1) Leading oil and gas production technologist JSC «Pechoranefst», Russia, Usinsk, eopetrushin@yahoo.com

2) candidate of technical sciences, associate professor of applied mathematicians department of Kuban state technological university, Russia, Krasnodar, mereniya@mail.ru

**Abstract:** in the article, the complications in the operation of the wells of the Talakanskoye field are considered using the example of wells №№ 179-018 and 179-029. The technology of a «continuous pipe» with a geophysical cable.

**Key words:** well operation, complications and accidents, well design, «continuous pipe» technology, horizontal well, pilot borehole, gas inflows.

В рамках проекта государственного значения – развития нового добывающего региона в 2003 году ОАО «Сургутнефтегаз» начало работу в Восточной Сибири. Плацдармом для развития нефтегазодобычи в новой нефтегазоносной провинции стало Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение, где полностью создана производственная инфраструктура, необходимая для промышленной добычи нефти.

Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение расположено на территории Ленского улуса (района) Республики Саха (Якутия), в 210 км юго-западнее города Ленска.

Исходя из сложности геологического и тектонического строения залежи, наличия мощной газовой шапки, аномально низкого пластового давления, выбор рациональной конструкции скважины является важнейшим этапом проектирования разработки.

Для эксплуатации Талаканского месторождения строятся горизонтальные скважины и скважины с пилотными горизонтальными стволами. Скважины имеют следующую конструкцию:

- направление диаметром 324 мм спускается на глубину 50 м; цементируется до устья;
- кондуктор диаметром 245 мм спускается на глубину 450 м; цементируется до муфты ступенчатого цементирования, устанавливаемой над зоной поглощений и встречным цементированием через межколонное пространство;
- эксплуатационная колонна диаметром 168 мм спускается в кровлю

продуктивного пласта или ниже ГНК при его наличии и цементируется до устья;

- в интервале горизонтального участка ствол не обсаживается обсадной колонной.

Данная конструкция скважин позволяет получить протяжённую вскрытую мощность пласта, равную длине необсаженной горизонтальной части пласта. Но в случае расположения горизонтальной части пласта в непосредственной близости от ГНК или ошибке в проводке ствола по пласту возможен прорыв газа в скважину, что приводит к увеличению газового фактора скважин и среднесуточного дебита скважин по газу и необходимости их последующего исключения или ограничения.

В скважинах №№ 179-018 и 179-029 Талаканского месторождения отмечалось повышенное содержание газа в продукции. Отсутствие надёжных геофизических методов контроля за разработкой в горизонтальных скважинах не позволяло определить места поступления газа в скважину. Сургутское управление по повышению нефтеотдачи пластов и капитальному ремонту скважин начало работы по капитальному ремонту скважин с установками «непрерывная труба» на Талаканском нефтегазоконденсатном месторождении. Применение «непрерывной трубы» с запасованным внутрь геофизическим кабелем позволило провести комплекс геофизических исследований по определению положения газонефтяного контакта и газовых перетоков в скважинах. По результатам интерпретации материалов геофизических исследований установлено, что в скважине № 179-018 отмечается приток газа с забоя пилотного ствола с выходом в основной ствол через окно врезки на глубине 1318 м. В скважине № 179-029 отмечается поступление газа в интервале 1267-1319 м. На основании материалов интерпретации геофизических исследований было принято решение об отключении части пилотного ствола скважины № 179-018 в интервале 1350-1450 м и отключении части ствола в скважине № 179-029 в интервале 1267-1319 м.

Проанализировав материалы геофизических и гидродинамических исследований, детально рассмотрев конструкцию скважин, особенно горизонтальной части основных и пилотного стволов, были разработаны технологии ремонтно-изоляционных работ по отключению газопритоков в скважинах №№ 179-018 и 179-029. В скважине № 179-018 планировалось отключение пилотного ствола установкой отсекающего цементного моста в интервале 1350-1450 м. При приёмистости пласта более 200 м<sup>3</sup>/сут. планировалось насыщение интервала установки моста вязкоупругим составом на основе полиакриламида. Во избежание расслоения цементного моста все работы при установке моста должны были выполняться с противодавлением.

Наиболее сложной операцией при проведении РИР оказался вход гибкой трубы в пилотный ствол. После пяти безуспешных попыток входа в пилотный ствол было принято решение использовать шарнир-отклонитель, используемый при проведении геофизических исследований гибкой трубой с геофизическим кабелем. С помощью отклонителя гибкая труба была допущена до забоя пилотного ствола – 1472 м. После промывки скважины нефтью труба приподнята до глубины 1450 м. Была проведена установка цементного моста закачкой цементного раствора с одновременным подъёмом «непрерывной трубы» в интервале 1450-1340 м. При постоянном движении гибкой трубы в интервале 1340-1350 м в пласт продавлено 1 м<sup>3</sup> цементного раствора. С противодавлением в 5,0 МПа гибкая труба поднята из скважины. Скважина оставлена на ОЗЦ под давлением 5,0 МПа (с контролем затвердевания проб).

После ОЗЦ в скважину была спущена «непрерывная труба» до забоя основного ствола и скважина промыта нефтью. Геофизические исследования, проведённые с применением «непрерывной трубы» с геофизическим кабелем, показали отсутствие газа в продукции.

Поставленная задача по отключению газопритока выполнена.

## Список использованных источников

1. Булатов А.И., Савенок О.В. Осложнения и аварии при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2010. – 522 с.
2. Геофизические исследования и работы в скважинах: учеб/ пособие/В.В. Попов [и др.] – Новочеркасск: Лик, 2017. – 326 с.
3. Петрушин Е.О., Арутюнян А.С. Особенности применения горизонтальных скважин при разработке Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения // Сборник центра научных публикаций «Велес» по материалам Международной научно-практической конференции «I Весенние научные чтения» (30 мая 2015 года, г. Киев). – Киев: Центр научных публикаций, 2015. – 2 часть. – С. 35-40.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОГО ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАРБОНАТНЫЕ КОЛЛЕКТОРА

А.В. Сюзев<sup>1)</sup>, В.А. Новиков<sup>2)</sup>, А.Ю. Слушкина<sup>3)</sup>

1) лаборант научно-образовательного центра «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь, andrei.syuzev@girngm.ru

2) лаборант научно-образовательного центра «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь, novikov.vladimir.andr@gmail.com

3) лаборант научно-образовательного центра «Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений» Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь, anna.slushkina@girngm.ru

**Аннотация:** в статье представлена комплексная технология воздействия на пласт, направленная на увеличение выработки запасов нефти и уменьшение объема попутно-добываемой воды, проведен полный комплекс исследований разработанных составов.

**Ключевые слова:** химические композиции, смачиваемость пород, перераспределение фильтрационных потоков, карбонатный коллектор, коэффициент извлечения нефти.

## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF COMPLEX CHEMICAL EFFECT ON CARBONATE RESERVOIRS

Andrei V. Siuzev, <sup>1)</sup>, Vladimir A. Novikov <sup>2)</sup>, Anna Y. Slushkina <sup>3)</sup>

1) the lab assistant of the Research and Education Center “Geology and Development of Oil and Gas Fields”, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, andrei.syuzev@girngm.ru

2) the lab assistant of the Research and Education Center “Geology and Development of Oil and Gas Fields”, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, novikov.vladimir.andr@gmail.com

3) the lab assistant of the Research and Education Center “Geology and Development of Oil and Gas Fields”, Perm National Research Polytechnic University, city of Perm, Russia, anna.slushkina@girngm.ru

**Abstract:** the article presents a complex technology of impact on the reservoir aimed at increasing the production of oil reserves and a decrease in the volume of associated water, a full range of studies of the developed compositions was carried out.

**Key words:** chemical compositions, rock wettability, redistribution of filtration flows, carbonate reservoir, oil recovery ratio.

На сегодняшний день актуальным вопросом является эффективная разработка неоднородных коллекторов, для которых типичны внутрислоевые прорывы воды, преждевременное обводнение, образование промытых зон и, как следствие, низкий коэффициент извлечения нефти. В связи с этим разработка технологий регулирования внутрислоевых потоков в настоящее время становится важной научной и практической задачей. Для ее решения необходима разработка комплексной технологии увеличения нефтеотдачи с целью вовлечения в процесс фильтрации остаточной нефти и ранее недреняемых зон пласта. Специалистами НОЦ ГиРНГМ ПНИПУ разработана композиция для перераспределения фильтрационных потоков на кислотной основе.

Композиция для перераспределения фильтрационных потоков представляет собой гелеобразную систему, которая направлена на увеличение охвата пластов путем выравнивания профиля приемистости при закачке в нагнетательные скважины и ограничения водопритока в добывающих скважинах путем создания прочных гелевых экранов в пластовых условиях, создающих значительные фильтрационные сопротивления.

Разработанная гелеобразная система при проведении испытаний проявляет эффект селективной обработки, который проявляется благодаря малой начальной эффективной вязкости композиции (1,2-3,0 мПа·с), и таким образом состав глубже проникает в наиболее проницаемые зоны.

Гелеобразное состояние системы характеризуется образованием прочной пространственной сетки из частиц дисперсной фазы, в петлях которой находится дисперсионная среда, и практически полностью отсутствует явление текучести. Эффективная вязкость при скорости сдвига 150 с<sup>-1</sup> составляет 200 мПа·с.

Используя керновый материал карбонатных отложений месторождений Пермского края, проведены фильтрационные исследования с моделированием пластовых условий разработанной композиции для перераспределения фильтрационных потоков (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Результаты фильтрационных испытаний на керне

№ образца	Проницаемость, $10^{-3} \cdot \text{мкм}^2$		Коэффициент восстановления проницаемости, %
	По воде до закачки состава $K_{в1}$	По воде после закачки состава $K_{в2}$	
1	97,3	0,143	0,14
2	188,0	1,305	0,69
3	251,5	1,233	0,49
4	17,7	0,004	0,02
5	10,4	0,0078	0,07

По результатам фильтрационных опытов установлено, что разработанная композиция практически на 100 % блокирует поровое пространство горной породы, что может свидетельствовать об ее эффективном применении в карбонатных коллекторах при перераспределении фильтрационных потоков в нагнетательных скважинах.

Для вовлечения остаточной нефти в процесс фильтрации разработана композиция на водной основе с содержанием комплекса ПАВ, благодаря чему достигается комплексность обработки коллектора. Вследствие применения данного состава наблюдается обволакивание породы коллектора водным раствором предлагаемой композиции и снижение поверхностного натяжения на границе нефть - водный раствор.

Для оценки эффективности разработанной композиции для повышения подвижности нефти проведены лабораторные исследования - определение коэффициента вытеснения нефти. Результаты лабораторных исследований показали, что разработанная композиция с ПАВ эффективнее вытесняет нефть, чем пластовая вода.

Таким образом, проведя лабораторные исследования разработанной композиции для перераспределения фильтрационных потоков и композиции для повышения подвижности нефти, можно сделать вывод об эффективности использования разработанных составов на сложнопостроенных карбонатных коллекторах.

#### **Список использованных источников**

1. Мартюшев Д.А., Илюшин П.Ю. Экспресс-оценка взаимодействия между добывающими и нагнетательными скважинами на турне-фаменской залежи озерного месторождения // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. - 2016. - Т.15. № 18. - С.33-41.

2. Мартюшев Д.А., Лекомцев А.В., Котоусов А.Г. Определение раскрытости и сжимаемости естественных трещин карбонатной залежи логовского месторождения // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. - 2015. - Т.14. № 16. - С.61-69.

### **МОДЕЛИ РАСЧЕТА ДЕБИТА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ МНОГОСТАДИЙНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА**

**В.П. Телков<sup>1)</sup>, Д.С. Круглов<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва, telkov\_viktor@mail.ru

2) магистрант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, г. Москва, kruglowds@gmail.com

**Аннотация:** в статье проанализированы методы расчета дебита после проведения многостадийного ГРП в горизонтальной скважине; кратко изложены перспективы развития данного вопроса.

**Ключевые слова:** гидравлический разрыв пласта (ГРП), многостадийный ГРП, производительность скважины, модель скважины с МГРП, экспресс-метод оценки дебита.

### **CALCULATING MODELS FOR HORIZONTAL WELL PRODUCTION RATE AFTER THE MULTISTAGED HYDRAULIC FRACTURING**

**Victor P. Telkov<sup>1)</sup>, Dmitry S. Kruglov<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Oil Field Development and Exploitation, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), city of Moscow, Russia, telkov\_viktor@mail.ru

2) the student in the master`s programme of the Department of Oil Field Development and Exploitation, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), city of Moscow, Russia, kruglowds@gmail.com

**Abstract:** in the article methods of calculating the production rate after carrying out multi-stage fracturing in a horizontal well are analyzed; briefly outlined the prospects for the development of this issue.

**Key words:** hydraulic fracturing (HF), multi-stage hydraulic fracturing (MSHF), well productivity, well model with MSHF, express method of production rate estimation.

Одним из наиболее эффективных методов увеличения продуктивности скважины является ГРП, но результаты применения этого метода не всегда соответствуют планируемому. В низкопроницаемых коллекторах основные инновации связаны с применением многостадийного ГРП (МГРП) в горизонтальных скважинах, при этом возможное количество стадий с каждым годом растет. МГРП – одна из перспективнейших технологий в нефтегазовой отрасли, которая заключается в том, что в одной скважине поочередно проводится несколько циклов гидроразрыва пласта. При МГРП, проводимом в горизонтальных скважинах, достигается максимальная площадь контакта скважины с пластом, обеспечивая наилучшую выработку запасов.

На практике безальтернативный в горизонтальных скважинах МГРП требует развития методов оценки эффективности этой операции. Так как на стадии проектирования разработки месторождения возникает необходимость моделирования и расчета большого количества вариантов разработки. Это требует значительных как трудовых ресурсов, так и значительных затрат времени, поэтому вопрос о методах экспресс-оценки дебита скважины после проведения МГРП является очень актуальным.

В профессиональной среде создан ряд моделей для экспресс-расчета дебита после проведения МГРП в горизонтальных скважинах, наиболее интересными и практичными из которых являются работы [1-4]. В работе [1] представлена модель для расчета дебита скважины после МГРП в зависимости от числа трещин ГРП. В работе [2] представлена модель для экспресс-расчета дебита скважины после МГРП в горизонтальных скважинах с учетом анизотропии пласта, где учитывается различная проницаемость по направлениям. В работе [3] представлена модель для экспресс-расчета дебита скважины после МГРП, в которой учитывается угол отклонения трещины от скважины, так как в большинстве случаев трещины распространяются не перпендикулярно стволу скважины. В работе [4] представлена модель для расчета дебита скважины после проведения МГРП, в которой учитывается влияние безразмерной проводимости трещины.

В предыдущих работах присутствует ряд допущений и ограничений, которые авторы попытались учесть в работе [5], дополнив модель необходимыми компонентами. Авторы создали новую модель для расчета производительности скважины с МГРП в горизонтальной скважине. В данную модель авторы ввели ряд параметров, влияющих на количественную оценку дебита, таких как непостоянное значение забойного давления по стволу скважины, зональную неоднородность пласта, асимметрию трещин ГРП, переменный угол отклонения трещин от оси ствола скважины.

Авторы работы [5] значительно приблизили свою модель в количественной оценке дебита скважины после проведения МГРП к реальным показателям производительности скважин после МГРП. Для проверки адекватности этой модели и возможной корректировки планируется провести гидродинамическое моделирование процессов извлечения нефти из пласта при помощи горизонтальной скважины с МГРП и сравнить результаты, полученные при помощи расчета по модели, с результатами гидродинамического моделирования, полученными на симуляторе. Это позволит оценить пригодность модели для практических расчетов дебита скважины, и будет первым шагом проверки адекватности модели.

В последующем авторами планируется сравнить результаты расчета, полученные при помощи улучшенной модели для расчета производительности скважины с МГРП с реальными промысловыми данными со скважин, что будет

основным показателем пригодности данной модели для проведения практических расчетов.

### Список использованных источников

1. Модель для расчета дебита горизонтальной скважины в зависимости от числа трещин гидроразрыва пласта / С.В. Елкин [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2016. - № 1. – С. 64-67.
2. Модель для экспресс-расчета дебита флюида горизонтальной скважины в зависимости от числа трещин ГРП с учетом анизотропии пласта /С.В. Елкин [и др.] // Инженерная практика. – 2016. - № 7. – С. 82-88.
3. Учет влияния отклонения трещин от перпендикулярного положения к горизонтальной скважине на дебит жидкости после многозонного гидроразрыва пласта /С.В. Елкин [и др.] // Нефтепромысловое дело. – 2016. - № 10. – С. 37-42.
4. Учет влияния безразмерной проводимости на экспресс-расчет дебита жидкости после многозонного гидроразрыва пласта /С.В. Елкин [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2016. - № 12. - С. 110-113.
5. Телков В.П., Круглов Д.С. Улучшенная модель для расчета производительности горизонтальной скважины с многозонным гидравлическим разрывом пласта // Нефтепромысловое дело. – 2017. - № 11. - С. 28-36.

### ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ ИЗ ПЛАСТОВ

В.П. Телков<sup>1)</sup>, М.Г. Мостаджеран<sup>2)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, telkov\_viktor@mail.ru

2) аспирант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, mostajerang.m@gmail.com

**Аннотация:** в статье показаны возможности использования полимерного заводнения для повышения степени извлечения нефти из коллекторов, содержащих тяжелые, высоковязкие нефти

**Ключевые слова:** тяжелая нефть, высоковязкая нефть, пласт, полимерное заводнение, рациональная вязкость полимерного раствора, прирост коэффициента нефтеизвлечения.

### CAPABILITY OF POLYMER FLOODING FOR EFFICIENT EXTRACTION OF HEAVY, HIGH-VISCOSITY OILS FROM LAYERS

Victor P.Telkov<sup>1)</sup>, Masud G. Mostajerang<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Oil Field Development and Exploitation, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), city of Moscow, Russia, telkov\_viktor@mail.ru

2) the postgraduate student of the Department of Oil Field Development and Exploitation, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), city of Moscow, Russia, mostajerang.m@gmail.com

**Abstract:** in article the possibilities of use of polymer flooding for rising of oil recovery from heavy, high-viscosity oil layers are showed.

**Key words:** heavy oil, high-viscosity oil, layer, polymer flooding, rational polymer solution viscosity, oil recovery increase.

Пласты, содержащие тяжелые, высоковязкие нефти разрабатываются с помощью различных методов [1-3], одним из наиболее часто используемых химических методов является полимерное заводнение. Этот метод применяется часто в качестве третичного метода добычи нефти после классического заводнения на "зрелых" месторождениях, даже когда обводненность выше 80-90 %. Сейчас полимерное заводнение применяется при вязкости нефти до нескольких тысяч сП, при проницаемости от 1 мД, пластовой температуре до 121 °С и минерализации воды до 100 000 ppm (10 %).

Специалисты оценивают успешность полимерного заводнения в диапазоне значений 5-30 % дополнительно добытой нефти, например, в Китае отмечен прирост КИН в размере 7-15 %. Wang и Dong (2007-09) провели эксперименты по исследованию полимерного заводнения на месторождениях высоковязких нефтей. Был сделан интересный вывод, что существует определенный интервал значений вязкости полимерного раствора (на т.н. S-образной кривой), в промежутке которого прирост КИН по сравнению с заводнением существенно увеличивается при повышении вязкости полимерного раствора.

Авторы данной работы провели анализ представленных Wang и Dong S-образных кривых и оценили возможности использования результатов этих экспериментов [4]. На основании этого анализа была разработана экспресс-методика подбора рациональной вязкости полимерного раствора для вытеснения нефти повышенной вязкости.

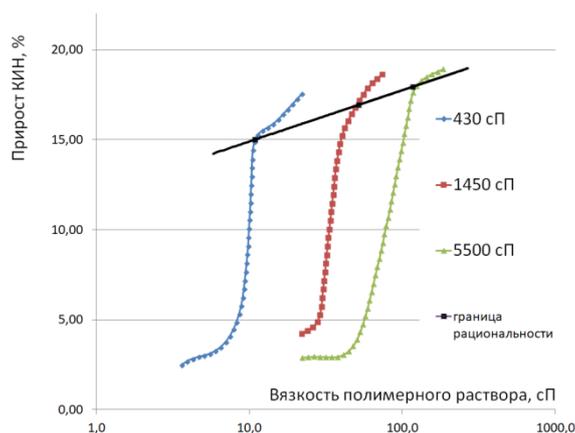


Рис. 1. Обработка семейства S-образных кривых

Последовательность необходимых действий следующая:

1. Определяются верхние переломные точки S-образных кривых, соответствующие значению рациональной вязкости полимерного раствора.
2. Определяется зависимость рациональной вязкости полимерного раствора от вязкости вытесняемой нефти, т.е. границы рациональности:  $\mu_p = 0,02 \cdot \mu_n + 8,265$ .
3. Строится тренд, позволяющий оценить прирост КИН при полимерном заводнении после традиционного заводнения, в %:  $\Delta \text{КИН} = 1,236 \cdot \ln(\mu_p) + 12,057$ .

Были рассчитаны значения рациональной вязкости полимерного раствора для месторождений тяжелой, высоковязкой нефти Ирана. Результаты расчётов представлены в таблице 1. Экспресс-методика рекомендуется к применению для вытеснения полимерными растворами нефти вязкостью от 30 до 1000 сП.

Взаимосвязь между вязкостью пластовой нефти и полимерного раствора с учетом новой экспресс-методики

Месторождение	Вязкость пластовой нефти, сП	Рациональная вязкость полимерного раствора, сП
IRI 3 (ИРИ)	295,9	14,2
IRI 2 (ИРИ)	118	10,6
IRI 1 (ИРИ)	42,2	9,1

#### Список использованных источников

1. Телков В.П. Современный технологический подход к разработке залежей высоковязкой нефти// Материалы докладов XII Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». - Москва-Занджан, 2013. - С. 175.
2. Телков В.П., Мостаджеран М. Особенности разработки месторождений, содержащих высоковязкую и тяжелую нефть, на территории Ирана. – Материалы докладов XIII Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». - Москва-Тбилиси, 2014. - С. 162-164.
3. Telkov V.P. A new vision of polymer flooding as a method of high-viscous oil displacement. - Труды X Международной научно-технической конференции «GEOPETROL 2016». - Краков: Институт нефти и газа, 2016. – С. 383-389.
4. Новые возможности использования полимерного заводнения как метода вытеснения высоковязкой нефти/В. П. Телков [и др.] // Материалы XV Международной конференции «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр». - Москва-Хомс, 2016. - С. 133-136.

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ НИЗКОПРОДУКТИВНЫХ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН МЕТОДОМ ТЕРМОГАЗОХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ М.А. Федосеев<sup>1</sup>), Э.М. Кольцова<sup>2</sup>), М.Б. Глебов<sup>3</sup>)

1) Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва, fedmaksim@gmail.com

2) Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва, kolts@muctr.ru

3) Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва, glebov@muctr.ru

**Аннотация.** Предложена методика математического моделирования процессов в стволе и призабойной зоне нефтяной скважины при фильтрации высокотемпературной парогазовой смеси из ствола скважины в продуктивный пласт для интенсификации добычи углеводородов. На примере скважины 1А проведены расчеты по сжиганию твердого топлива на основе окислителя перхлората аммония, проведен анализ результатов расчетов и даны рекомендации по выбору оптимальной массы заряда для эффективной и безаварийной обработки скважины.

**Ключевые слова:** термогазохимическая обработка, интенсификация добычи нефти, математическое моделирование, гидродинамическое моделирование, моделирование кинетики горения, смесевые твердые топлива.

# MATHEMATICAL MODELING OF PRODUCTION INTENSIFICATION OF LOW-PRODUCTIVE OIL WELLS WITH THERMO-CHEMICAL-GAS IMPACT

M.A. Fedoseev<sup>1</sup>), E.M. Koltsova<sup>2</sup>), M.B. Glebov<sup>3</sup>)

1) Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow, fedmaksim@gmail.com

2) Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow, kolts@muctr.ru

3) Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow, glebov@muctr.ru

**Abstract:** a method is proposed for mathematical simulation of processes in the oil well and nearest formation zone during the filtration of a high-temperature vapor-gas mix from the well into a productive formation to intensify hydrocarbon production. Using the example of well 1A, calculations were carried out for the combustion of solid fuel based on the ammonium perchlorate oxidizer, analysis of the calculation results and recommendations for choosing the optimal charge mass for efficient and accident-free treatment of the well are given.

**Keywords:** thermos-chemical-gas impact, oil production intensification, mathematical modeling, hydrodynamic modeling, modeling of combustion kinetics, mixed solid fuels.

В нефтяной промышленности необходимость обработки призабойной зоны пласта (ПЗП) диктуется тем, что строительство и эксплуатация нефтегазовых скважин зачастую сопровождается загрязнением ближайших к скважине участков горной породы. Для восстановления фильтрационных свойств породы применяются методы интенсификации добычи, среди которых можно выделить сжигание в интервале перфорации скважины смесевых твердых топлив. Данный метод получил название термогазохимического воздействия (ТГХВ), в нем синергетически сочетаются несколько механизмов воздействия на продуктивный пласт, среди которых можно выделить механическое, термическое и химическое воздействие, а также очистку отложений соли, внутрипластовое превращение высокомолекулярных парафинов в газовые и бензиновые фракции (крекинг-пиролиз), укрепление сыпучих коллекторов вследствие вторичных изменений структуры породы и вибрационное воздействие на породу.

Важнейшим параметром, определяющим характеристики протекания процесса воздействия, является скорость горения твердого топлива. Для его численной оценки в широком спектре давлений на основе модели Бекстеда-Дерра-Прайса (БДП), позволяющей прогнозировать зависимость скорости горения от начальной температуры процесса и от содержания окислителя перхлората аммония (ПХА) в смесевом топливе, а также среднюю температуру поверхности горения авторами был создан программный продукт "TCGI", позволяющий рассчитывать технологические показатели при сжигании смесевых топлив заданного состава в широком диапазоне давлений. Реализованная в данном ПО математическая модель прошла верификацию с лабораторными данными по горению смесевых топлив.

С целью определения максимально допустимой и минимально достаточной для образования разветвленной системы трещин в ПЗП скважины 1А массы заряда была проведена серия расчетов с массами зарядов 67, 89, 111, 133 и 156 кг. Анализ результатов расчетов показал, что заряд массой 175 кг создаст в стволе скважины пиковое давление выше 672 атм., которое превышает давление опрессовки колонны скважины и может привести к ее повреждению, что недопустимо. Заряды массой 109, 131 и 153 кг создают пиковое давление в стволе скважины между 458 и 672 атм., что превышает давление

раскрытия трещин в породе, характерное для данной глубины, обеспечивая создание разветвленной системы трещин в ПЗП, не нарушая при этом целостности эксплуатационной колонны скважины, а заряд массой 87 кг создаст пиковое давление не приводящее к раскрытию трещин в горной породе.

Для дальнейшего моделирования процессов, протекающих в ПЗП при фильтрации высокотемпературной парогазовой смеси в продуктивный пласт был использован гидродинамический симулятор tNavigator(RFD) с заданием граничных условий по приемистости парогазовой смеси, ее температуры и забойного давления. Анализ результатов многовариантных гидродинамических расчетов показал, что оптимальным по степени воздействия, и в то же время безопасным для целостности конструкции скважины является заряд массой 153 кг с содержанием окислителя ПХА 70%. В результате проведения термогазохимического воздействия данным типом твердотопливного заряда ожидается распространение кислотных продуктов горения на расстояние до 32.4 м, прогрев породы до 178.6 °С в радиусе 3 м от стенки скважины, а снижение вязкости углеводородов в том же радиусе составит 9 % от начальной, что приведет к значительному повышению продуктивности скважины 1А.

### Список использованных источников

1. Мальцев Н.А., Путилов М.Ф., Чазов Г.А. Термогазохимическое воздействие на малодобитные и осложненные скважины. - М.: Недра., 1986. - 150 с.
2. Моделирование процессов горения твердых топлив/ Л.К. Гусаченко [и др.]. - Новосибирск: Наука, 1985. –С. 83-91.
3. Математическое моделирование воздействия на призабойную зону высокотемпературной парогазовой смесью при горении твердотопливного заряда в условиях нефтяной скважины /М.А. Федосеев [и др.] // Теоретические основы химической технологии. - Т. 44, № 4. – 2010. - С. 417–424.
4. Математическое моделирование процессов в призабойной зоне скважины при термогазохимическом воздействии/ А. Н . Иванов [и др.] // Нефтяное хозяйство – 2016. – №5 (май). С. 71-73.

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРАЗРАБОТКИ ЛЕВКИНСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.Е. Хорьков<sup>1</sup>), И.А. Пахлян<sup>2</sup>)

1) ведущий инженер отдела подготовки и сопровождения проектов ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», г. Краснодар, Россия, eekhorikov@rnntc.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП Армавирского механико–технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** в выполнен анализ и обзор современного состояния разработки Левкинского месторождения проанализированы методы физико-химических воздействий на пласт для интенсификации добычи нефти; кратко изложены их мероприятия.

**Ключевые слова:** скважина, пласт, бурение.

### DESIGNING OF FURTHER DEVELOPMENT OF THE LEVKIN OIL FIELD

Eugeny E.Khorkov<sup>1</sup>), IrinaA.Pahlyan<sup>2</sup>)

1) Leading engineer of the preparation and support of objects department "NK Rosneft - NTTS» LLC, city of Krasnodar, Russia, eekhorkov@rnntc.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** the method of physico-chemicals impacts on the reservoir for the intensifications of oil productions is analyzed in this item. All the activities are summarized.

**Keywords:** hole, layer, drillings.

Левкинское месторождение в административном отношении находится на территории Абинского района Краснодарского края в 75 км от г. Краснодара. Непосредственно на площади расположен пос. Ахтырский, а в 10 км к западу г. Абинск. Многочисленная сеть гравийных дорог пересекает площадь и связывает ее с асфальтированной дорогой Краснодар – Новороссийск, являющейся одной из основных транспортных магистралей края. В 3...4 км севернее проходит железнодорожная линия Краснодар – Новороссийск. В 2...3 км к югу расположены обустроенные нефтепромыслы НГДП-2.

Геолого-технологические мероприятия (ГТМ), выполненные в процессе разработки Левкинского месторождения, можно отнести только к обеспечению оптимальной депрессии на пласт в результате подбора режима фонтанирования.

Методы относятся к техническому характеру проведения мероприятий, не влияющих на прирост коэффициента нефтеотдачи.

Таким образом, на Левкинском месторождении собственный опыт мероприятий увеличения нефтеотдачи отсутствует. Для обоснования агентов воздействия на пласт привлечен опыт применения методов физико-химических МУН по соседним месторождениям.

Для интенсификации добычи нефти на месторождениях Краснодарского края применяются в основном следующие мероприятия:

- гидроразрыв пласта;
- ремонтно-изоляционные работы;
- мероприятия по интенсификации добычи нефти;
- КПЗП (Крепление Призабойной Зоны Пласта);
- переход на вышележащий горизонт;
- обработка призабойной зоны;
- перенос интервала перфорации;
- ввод новых скважин.

Основную массу мероприятий составляют ремонтно-изоляционные работы – 24 %, мероприятия по интенсификации добычи нефти – 19 %, обработка призабойной зоны – 12 %, ГРП – 8 %. Сведения об эффективности этих мероприятий представлена в таблице 1.

По результатам проведения ГТМ в 2012-2017 годах можно сделать следующие выводы:

1. Самым эффективным мероприятием с наибольшей дополнительной добычей и удельной эффективностью является ввод новых скважин.

2. Вторым по эффективности является перевод на вышележащий горизонт, т.к. при большой удельной добыче и сравнительно небольшом количестве операций занимает третье место по общей дополнительной добыче.

3. ИДН занимает третье место по эффективности при высоких показателях удельной и общей дополнительной добычи нефти, занимая второе место по количеству операций.

4. ГРП обладает средними значениями по всем показателям.

5. Большая доля в дополнительной добыче за счет РИР обусловлена большим количеством таких операций при малой их удельной эффективности.

6. Самыми не эффективными по всем показателям являются мероприятия по обработке призабойной зоны.

Реализация рассмотренных вариантов разработки всех объектов сопровождается проведением геолого-технических мероприятий.

С целью наиболее полной выработки запасов в последнее время применяются технологии МУН. В качестве МУН следует рассматривать бурение дополнительных скважин, обеспечивающих рост охвата вытеснением и технологию заводнения.

#### **Список использованных источников**

1 Джалалов К.Э., Мочульский В.М., Мочаев С.В. Технологический проект разработки месторождения Левкинское. -ООО «НК «Роснефть» - НТЦ», 2008. - 680 с.

2 Омелянюк М.В., Пахлян И.А., Зотов Е.Н. Восстановление продуктивности скважин газонефтяного месторождения Ключевое: сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции на базе КубГТУ, совместно с РАЕН. – Краснодар: ООО «Издательский дом-Юг», 2017.

3 Омелянюк М.В. Интенсификация работы и реанимация водозаборных скважин // Нефтепромысловое дело. - 2010. -№ 8. - С. 22–25.

4 Электронно-методический комплекс «Интерпретация результатов гидродинамических исследований» / И.А. Пахлян [и др.]. Свидетельство о регистрации базы данных RUS 2015621693 27.08.2015.

#### **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПЛОСКОРАДИАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В ГЕТЕРОГЕННОМ ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТОМ ПЛАСТЕ**

**А.И. Шарнов<sup>1)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Краснодарский край, Россия. a.i.sharnov@mail.ru

**Аннотация:** рассмотрены постановки решения задач для модели трещиновато-пористой среды с учетом неоднородности и анизотропности пласта по проницаемости, а также зависимости для оценки проницаемости; сформулированы постановки основных задач обезразмеривании переменных установлен масштаб времени, для которого справедлива данная модель.

**Ключевые слова:** постановка, задача, плоскорадиальная, фильтрация, жидкость, скважина, гетерогенный, проницаемость трещиновато-пористый, пласт, пористость

## STATEMENT OF PROBLEMS OF PLANE RADIAL FILTRATION OF LIQUID FOR WELLS IN POROUS-FRACTURED RESERVOIR HETEROGENEOUS ON PERMEABILITY

A.I. Sharnov<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, a.i.sharnov@mail.ru

**Abstract:** we introduced the proposed model of the fractured-porous environment, taking into account the inhomogeneity and anisotropy reservoir on permeability, and according to the decision of the assessment based permeability; cost of staging major variables to set well scale anisotropy of time for which the fair feature of this model is formulated.

**Keywords:** statement of problems of plane radial filtration of liquid for wells in porous-fractured reservoir, heterogeneous on permeability (double porosity)

Основываясь на модели трещиновато-пористой среды Г.И.Баренблатта, Ю.П.Желтова, И.Н.Кочиной поставим ряд задач фильтрации жидкости при работе скважины в горизонтальном неоднородном и неоднородно-анизотропном по проницаемости нефтеносном пласте в радиальном направлении.

Предположим, что первоначальное давление во всем пласте мощности  $h$  занимающем пространство  $r \geq r_0$  вне совершенной скважины цилиндрической формы радиуса  $r_0$ , постоянно и равно  $P_{пл}$ , а с момента  $t_0$  скважина начинает работать с постоянным давлением  $P_3$  или постоянным расходом  $Q$ . Поскольку область, в которой исследуется фильтрация, обладает осевой симметрией, то естественно ввести цилиндрическую систему координат.

Интерес представляет случай неоднородного по проницаемости в радиальном направлении пласта, поскольку в процессе работы скважины призабойная зона вследствие различного рода загрязнений может иметь пониженную проницаемость. С другой стороны, среда может иметь и повышенную проницаемость вследствие механической, химической или другой обработки пласта, т.е. имеет место так называемый скин-эффект.

Имеющиеся экспериментальные данные для коэффициента проницаемости могут быть аппроксимированы степенными зависимостями вида  $k_r(r) = k_0 \left( \frac{\bar{r}}{r_0} \right)^n$ . Случай

$0 < n < 1$  соответствует пластам с пониженной проницаемостью,  $n > 0$  – пластам с повышенной проницаемостью,  $n = 0$  – пластам с постоянной проницаемостью. Определенным выбором постоянных  $k_0$  и  $n$  можно добиться удовлетворительного согласования теоретической проницаемости с имеющимися экспериментальными данными.

В случае работы совершенной скважины течение жидкости является плоскорадиальным, то есть движение жидкости осуществляется в пределах всей мощности пласта от подошвы до кровли. Систему уравнений трещиновато-пористой среды, в этом случае, принимает вид:

$$\frac{\partial P}{\partial t} - \eta \frac{\partial}{\partial t} \left[ \bar{r}^n \frac{\partial^2 P}{\partial \bar{r}^2} + (1+n) \bar{r}^{n-1} \frac{\partial P}{\partial \bar{r}} \right] = \kappa \left[ \bar{r}^n \frac{\partial^2 P}{\partial \bar{r}^2} + (1+n) \bar{r}^{n-1} \frac{\partial P}{\partial \bar{r}} \right], \quad \bar{r}_0 \leq \bar{r} < \infty, \quad t > 0.$$

В соответствии с предположением о работе скважины с постоянным давлением или постоянным расходом на стенке скважины следует задать одно из следующих граничных условий:

$$P(\bar{r}, t)|_{\bar{r}=\bar{r}_0} = P_s \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\kappa}{\eta} t\right) \right], \quad (t > 0)$$

в случае постоянного давления на скважине или

$$\bar{r}^{n+1} \frac{\partial P}{\partial \bar{r}} \Big|_{\bar{r}=\bar{r}_0} = -g \left[ 1 - \exp\left(-\frac{\kappa}{\eta} t\right) \right], \quad (t > 0)$$

в случае постоянного расхода на скважине, где  $g = \frac{Q\mu}{2\pi h k_0}$ ,  $Q$  – объемный расход жидкости.

Если пласт неограниченный в горизонтальном направлении, то нужно задать еще условие на бесконечности.

Для решения задачи целесообразно ввести безразмерные переменные и новые неизвестные функции для первой и второй краевой задачи.

При изучении фильтрации к несовершенной скважине необходимо два случая несовершенства:

а) пласт вскрывается скважиной частично на глубину меньшую мощности пласта  $h$ . Такую скважину называют несовершенной по степени вскрытия пласта;

б) скважина имеет проницаемую часть длиной  $l = l_2 - l_1 < h$ , то есть, скважина несовершенная по характеру и по степени вскрытия пласта.

Аналогичные задачи для совершенной и несовершенной скважины можно рассмотреть для случая неоднородного ограниченного в горизонтальном направлении пласта  $r_0 < r < R$  при условии, что движение жидкости также является осесимметричным. В постановках этих задач необходимо лишь вместо условия на бесконечности задавать условие на внешней границе (контуре питания).

Интересны для рассмотрения задачи для пласта с открытой внешней границей, что соответствует упруговодонапорному режиму фильтрации, и для закрытого кругового пласта, что соответствует замкнутоупругому режиму фильтрации.

Для практических приложений интересны задачи фильтрации в областях с кусочно-непрерывным коэффициентом проницаемости.

При исследовании гидродинамики подземных циркуляционных систем практический интерес представляет задача фильтрации при работе систем скважин. Здесь также приходим к задачам двумерной фильтрации, когда давление является функцией пространственных координат.

Представляет интерес задача фильтрации для циркуляционной системы в случае, когда область является конечной по простиранию пласта  $1 \leq r \leq b$ . Условие на бесконечности здесь заменится условием на внешней границе.

Таким образом, сформулированы постановки основных задач для модели трещиновато-пористой среды с учетом неоднородности и анизотропности пласта по проницаемости, а также зависимости для оценки проницаемости.

# КОМПЛЕКСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ КАК ОСНОВА ПАРАДИГМЫ ПЕРЕХОДА К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ МЕСТОРОЖДЕНИЮ

А.И. Шарнов<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, a.i.sharnov@mail.ru

**Аннотация:** в докладе обсуждается система SF как основа интеллектуализации разработки нефтегазовых месторождений.

**Ключевые слова:** технология, нефтегазовая отрасль, интеллектуализация, месторождение, оптимизация, система, разработка, комплексное моделирование

## INTEGRATED SIMULATION OF FIELD DEVELOPMENT SYSTEM AS PARADIGM FOUNDATION OF CONVERSION TO INTELLECTUALIZATION OF OILFIELD

A.I. Sharnov<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, a.i.sharnov@mail.ru

**Abstract:** the report discusses the SF system as the basis for the intellectualization of the development of oil and gas fields.

**Keywords:** technology, oil and gas industry, intellectualization, deposit, optimization, system, development, integrated simulation

Хотя технология получения и передачи данных в реальном времени существует уже несколько лет, ее принятие нефтедобывающей промышленностью происходит медленно.

Интерес к интеллектуальным технологиям в нефтегазовой отрасли связан отнюдь не просто с модными веяниями, а с реальными проблемами, стоящими сегодня перед добывающими компаниями.

Сегодня всем очевидно, что если не начать освоение новых месторождений, то в ближайшем будущем в России просто нечего будет добывать, соответственно, и нечего экспортировать.

В то же время понятно, что, с учетом резкого падения цен на нефть, показатели себестоимости добычи начинают играть решающую роль. Чтобы оставаться рентабельными, игроки рынка неизбежно должны заниматься сокращением издержек и повышать свою эффективность. И решить эту задачу помогут интеллектуальные технологии.

SmartField («умное месторождение», SF) – это комплекс программных и технических средств, который позволяет управлять нефтяным пластом с целью увеличения показателей добычи углеводородов. В основе системы лежит идея о бережном использовании месторождения, максимальном продлении периода его эксплуатации. То есть подразумевается разумное повышение объемов добычи, а не хищническая эксплуатация недр. Еще одна важная задача SF – повышение энергоэффективности оборудования и технологических процессов. Таким образом, внедрение этой концепции помогает компаниям сокращать затраты на энергоресурсы и приводит к совокупному снижению выбросов углекислого газа в атмосферу.

Система SF состоит из ряда компонентов, отвечающих за различные функции. Решение, предлагаемое компанией SchneiderElectric, включает в себя комплексную автоматизацию, технические средства для сбора и анализа данных, а также решения для проведения мероприятий по повышению эффективности работы нефтегазовой

компания на разных уровнях. Так, составной частью системы «умное месторождение» является решение FoxboroNetOil&Gas, позволяющее измерять дебит скважины непосредственно в устье и определять показатели расхода воды, нефти и газа. SF может управлять отдельной скважиной, а точнее – режимами работы насосов (ПШГН и ЭЦН, а может – и кустами скважин) – за счет кустовой телемеханики. В ее ведении находятся также системы подготовки нефти и газа, включая дожимные насосные станции, факельные системы и т. д. SF управляет системами поддержания пластового давления, в том числе водозаборными станциями, узлами учета воды, нагнетательными скважинами; контролирует нефтеперекачивающие станции и резервуарные парки.

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

Важные функции SF – прогнозирование на краткосрочную перспективу и моделирование ситуаций. Система «умное месторождение» строится в строгом соответствии с реальной геологической и географической моделью месторождения, к тому же аккумулирует данные о его текущем состоянии. Это позволяет проигрывать различные сценарии и с высокой точностью делать выводы о том, как поведет себя пласт в случае тех или иных воздействий со стороны человека, причем не только в текущий момент времени, но и в перспективе. Такая событийность «если..., то...» позволяет избегать ошибок, аварийных ситуаций и значительно экономит средства, время и повышает эффективность принимаемых мер.

Компания SchneiderElectric, являясь экспертом в области управления электроэнергией и промышленной автоматизации, предлагает целый комплекс решений для нефтегазовых месторождений, позволяющий оптимизировать энергопотребление.

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

SchneiderElectric также предлагает системы для диспетчеризации энергопотребления на добывающей площадке с широким функционалом. Как известно, всякое энергосбережение должно начинаться с детального учета и анализа использования электроэнергии. Наличие данных по отдельным участкам, оборудованию, времени суток и сезонам позволяет выявить места, где происходят потери, устранить их причины и проконтролировать эффект проведенных мероприятий.

Используя детальные данные о потреблении, можно заключать более выгодные для компании контракты на приобретение электроэнергии, перераспределять нагрузку, сглаживать пики или компенсировать их за счет собственной генерации. Компенсируя коэффициенты мощности, компания может избежать штрафов за реактивную мощность и т. д.

«Умные» решения для управления распределением электроэнергии предполагают наличие единого центра, отвечающего за техобслуживание, модернизацию, текущий контроль (отслеживание потребления, контроль гармоник и других качественных характеристик электроснабжения), а также управление всеми системами.

Для месторождений с нестабильным энергоснабжением актуально создание собственных систем бесперебойного питания. Интеллектуальное управление позволит выполнить оперативное переключение на резервный источник энергии без потерь для производственной деятельности.

Важным моментом также является то, что концепция SF («умное месторождение») предполагает тесную взаимосвязь между системами управления энергоснабжением и системами автоматизации. Если же говорить о внутреннем устройстве решения, то, в зависимости от конкретных условий и пожеланий заказчика,

SF может строиться либо на традиционных клиент-серверных технологиях, либо на более современных – облачных.

В условиях текущей экономической ситуации и в условиях падающей добычи внедрение технологий «умного месторождения» становится критически важным условием для поддержания конкурентоспособности нефтедобывающих компаний. Более того, использование интеллектуальных технологий в нефтегазодобыче может вывести отрасль на новый уровень.

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ППД НА ХОХРЯКОВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

А.Л. Яковлев <sup>1)</sup>, О.В. Савенок <sup>2)</sup>

1) директор департамента проектирования ООО «КНГК-Групп», Россия, г. Краснодар, yakovlev@i-npz.ru

2) д-р техн. наук, проф. кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, olgasavenok@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрена система поддержания пластового давления, применяемая на Хохряковском месторождении. Показана реорганизация системы ППД путём формирования блочно-замкнутой системы заводнения.

**Ключевые слова:** система поддержания пластового давления, заводнение залежей, приёмистость скважин, трёхрядная система заводнения, пятирядная система заводнения.

## ANALYSIS OF THE RESERVOIR PRESSURE MAINTENANCE SYSTEM AT THE KHOKHRYAKOVSKOYE FIELD

Alexej L.Yakovlev <sup>1)</sup>, Olga V.Savenok <sup>2)</sup>

1) Head of the design department «KNGK-Group»LLC, Russia, Krasnodar, yakovlev@i-npz.ru

2) Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Oil and Gas Engineering named after the professor G.T. Vartumyan of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Russia, Krasnodar, olgasavenok@mail.ru

**Abstract:** in the article the system of reservoir pressure maintenance applied at the Khokhryakovskoye field is considered. Reorganization of the reservoir pressure maintenance system is shown by forming a block-closed water flooding system.

**Key words:** reservoir pressure maintenance system, flooding of reservoirs, well acceptance, three-row waterflooding system, five-row waterflooding system.

Реализация технологий заводнения залежей осуществляется системами ППД. В основе функционирования таких систем ППД лежит упрощённая технология непрерывного закачивания, при которой в сети поддерживается постоянное давление, определяемое наименее приёмистыми скважинами, а распределение потоков по остальным скважинам осуществляется дросселирующими устройствами. Техническое задание для работы такой системы определяется объёмом закачки по участку. Такая технология была приемлема для пластов с большой упругоёмкостью и высокой проницаемостью, для которых происходило сглаживание неравномерности распределения закачек по скважинам. Высокие темпы отборов на начальных стадиях разработки месторождений и низкие цены на электроэнергию позволяли игнорировать имеющие место потери энергии в системах ППД. В этих технико-экономических условиях и сформировались существующие ныне системы ППД, не претерпевшие значительных изменений на протяжении последних трёх десятилетий.

На Хохряковском месторождении реализована трёхрядная система размещения нагнетательных скважин с двойным уплотнением зоны стягивания, что практически позволяет идентифицировать реализованную систему ППД как пятирядную.

Расстояние между нагнетательными и первым рядом добывающих скважин составляет 500 м, что в два раза больше, чем расстояние между внутренними рядами добывающих скважин.

В 2012 году была произведена смена системы заводнения. В связи с этим с 2013 года после пятилетней (с 2007 по 2012 годы) снижающейся годовой закачки воды наметился её постепенный рост. Уже в 2015 году фактическая закачка воды составила 5419,8 тыс. м<sup>3</sup>, впервые превысив проектный уровень, в 2016 году закачка воды на Хохряковском месторождении увеличилась до 6285,5 тыс. м<sup>3</sup>, превысив тем самым проектный уровень на 1773,6 тыс. м<sup>3</sup> (60,7 %). Накопленная закачка к концу 2016 года уже достигла величины 52238 тыс. м<sup>3</sup> (при проектном значении – 50072 тыс. м<sup>3</sup>), отставание составило 1,5 %. Несмотря на значительное увеличение закачки в 2015 и 2016 годах, текущая компенсация отборов жидкости закачкой по сравнению с 2014 годом уменьшилась, составив в 2015 году 107 % (по проекту – 130 %) и в 2016 году 108 % (по проекту – 150 %). Накопленная компенсация при этом к концу 2016 года снизилась до 120 % (по проекту – 128 %).

Так, при превышении фактических отборов жидкости над проектными на 50,3 % фонд нагнетательных скважин, находящихся под закачкой (125 скважин), на 12,5 % ниже проектного, а фактическое соотношение нагнетательных и добывающих скважин составляет 1:3,5, при проектном 1:2.

Такое состояние системы ППД привело к тому, что пластовое давление в зоне отбора снизилось на 4,2 МПа по отношению к первоначальному, а увеличивающиеся объёмы закачки распределяются при повышенных давлениях нагнетания и аномальных значениях приёмистости неравномерно в ограниченное число нагнетательных скважин. Это приводит к образованию системы техногенных трещин, по которым фильтруется основная масса закачиваемой воды. Таким образом, распределение основных объёмов закачиваемой воды в ограниченное количество нагнетательных скважин приводит к образованию трещин, а, следовательно, к неэффективной закачке воды, когда основная её масса фильтруется по ограниченному объёму пласта и не оказывает необходимого влияния на энергетическое состояние залежи. Об этом же свидетельствует несоответствие низкого пластового давления и высоких значений компенсации отборов закачкой.

С целью интенсификации системы разработки на Хохряковском месторождении последним проектом разработки была закреплена реорганизация системы ППД путём формирования блочно-замкнутой системы заводнения. Для организации 32 элементов прямоугольной, блочно-замкнутой системы разработки был предложен перевод 87 добывающих скважин в категорию нагнетательных. В течение 2017 года из добывающего фонда под закачку было переведено 32 скважины, в том числе из действующего фонда – 18 скважин, из бездействующего фонда – 9 скважин, 4 из консервации и 1 из пьезометрического фонда. Одна скважина (№ 607 ПГ) была запущена под закачку из бурения. На 01.01.2018 г. фонд нагнетательных скважин составил 200 скважин.

В связи со сменой системы ППД на Хохряковском месторождении была проведена оценка эффективности применения трёхрядной системы заводнения. Данная система заводнения начала применяться в 2010 году и в 2012 году предприятие получило положительный эффект от данной системы ППД. На данный момент имеются положительные экономические результаты внедрения данной системы заводнения. Также существует положительный прогноз применения данной системы ППД.

#### **Список использованных источников**

1. Антониади Д.Г., Савенок О.В., Шостак Н.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: уче пособие. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 203 с.

2. Самойлов А.С. Индикаторные методы контроля скорости фильтрации при разработке нефтяных месторождений // Научный журнал НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ (политехнический вестник). – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2015. – № 3. – С. 45-58.

3. Яковлев А.Л., Самойлов А.С., Сезар Лину Андре, Джоаквим Моисес Висенте. Анализ применения и рекомендации потокоотклоняющих технологий на Вынгапуровском месторождении // Булатовские чтения: материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 года): в 5 томах: сборник статей [под общ. ред. д-ра техн. наук О.В. Савенок]. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2017. – Т. 2: Разработка нефтяных и газовых месторождений. – С. 323-331.

4. Savenok O.V., Arutyunyan A.S., Likhacheva O.N., Barambonye Solange, Kusov G.V. Cleaning returnable wastewater from Dysh deposit located in Krasnodar territory // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) ISSN 0973-4562 Volume 12, Number 23 (2017) pp. 13462-13470 URL: [http://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n23\\_61.pdf](http://www.ripublication.com/ijaer17/ijaerv12n23_61.pdf)

#### Секция 4

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА

**Председатель:** главный инженер КУ ООО «Газпром ПХГ»  
Н.Г.Стаканов.

**Ученый секретарь:** начальник службы КУ ООО «Газпром ПХГ»  
С.В. Барыльник..

---

#### Section 4

### THE EFFICIENCY INCREASING OF PIPELINE TRANSPORT AND STORAGE OF OIL AND GAS

**Chairperson:** chief engineer of KD LLC «Gazprom UGS» N.G.Stakanov

**Scientific Secretary:** chief of service of KD LLC «Gazprom UGS»

S.V. Barylnik.

### МОДЕРНИЗАЦИЯ АБСОРБЕРОВ КРАСНОДАРСКОГО ПХГ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУКТУРИРОВАННЫХ НАСАДОК С.В. Барыльник<sup>1)</sup>, С.В. Сокольников<sup>2)</sup>, И.А. Пахлян<sup>3)</sup>

1) начальник службы Краснодарского управления подземного хранилища газа ООО «Газпром ПХГ», Россия;

2) оператор по добыче нефти и газа Краснодарского управления подземного хранилища газа ООО «Газпром ПХГ», Россия.

3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, [pachlyan@mail.ru](mailto:pachlyan@mail.ru)

**Аннотация:** в статье рассмотрен анализ эффективности подготовки газа на Краснодарском УПХГ в период отбора газа и предложен метод модернизации абсорберов с применением структурированных насадок.

**Ключевые слова:** хранилище, абсорбер, производительность, осушка газа, модернизация, структурированная насадка, Краснодарское УПХГ.

## MODERNIZATION OF ABSORBERS OF THE KRASNODAR UGSH WITH THE USE OF STRUCTURED NOZZLE

Sergey V. Barylnik<sup>1)</sup>, Sergey V. Sokoltsov<sup>2)</sup>, Irina A. Pachlyan<sup>3)</sup>

1) Head of the Krasnodar underground gas storage service department «Gazprom UGS» LLC, Russia.

2) Operator for oil and gas production of the Krasnodar department of the underground gas storage facility «Gazprom UGS» LLC, Russia.

3) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** the article presents the analysis of the efficiency of gas preparation at the Krasnodar UGSM during the gas selection period and suggests a method for the modernization of absorbers with the use of structured nozzles.

**Key words:** storage, absorber, productivity, gas drying, modernization, structured nozzle, Krasnodar UGSM.

Краснодарское УПХГ является одним из высокоэффективных хранилищ России, способное работать с большими суточными отборами и успешно регулирующее сезонную неравномерность газопотребления Краснодарского края.

Одним из недостатков по практическим данным является недостаточная производительность установки осушки газа, в результате чего при нормальном режиме работы происходит большой унос ДЭГа, который в среднем составляет 45 г/тыс.м<sup>3</sup>, а при форсированном режиме унос ДЭГа достигает 200-от г/тыс.м<sup>3</sup>.

Так же осушенный газ не соответствует СТО Газпром 089-2010 по требованиям к газам, транспортируемым в магистральных газопроводах, температура точки россы составляет всего  $t_{т.р.} = -5$  °С, а по СТО должна быть  $t_{т.р.} = -10$  °С.

Поэтому чтобы получить минимальный унос ДЭГа, более качественную осушку газа и увеличить производительность при максимальном факторе скорости и минимальном гидравлическом сопротивлении, рекомендуется модернизировать абсорбер осушки газа с полной заменой внутренних контактных и сепарационных элементов на насадочные элементы.

В связи с этим было предложено модернизировать абсорберы с применением структурированных насадок.

Модернизация абсорбера заключается в замене в массообменной части контактно - сепарационных элементов и массообменных тарелок на структурированную насадку, замене узла подачи и распределения ДЭГа на насадку и в установке газораспределительной насадки перед фильтр – патронами, для уменьшения выноса абсорбента на фильтрующую секцию с целью продления срока службы фильтр патронов, а также для снижения общих потерь гликоля из аппарата.

По сравнению с базовыми аппаратами с прямоточно-центробежными элементами при модернизации абсорберов:

- была достигнута заданная СТО Газпром температура точки росы  $t_{т.р.} = -15$  °С;
- была увеличена производительность абсорбера на 20 %;
- снижена потеря абсорберамаДЭГа.

Также при модернизации абсорбера с использованием структурированных насадок потери гликоля сократились с 45 г/тыс.м<sup>3</sup> до 3 г/тыс.м<sup>3</sup> в результате чего на модернизацию абсорберов потребуется 1 712 300 руб., однако уже в следующий год и все последующие экономия эксплуатационных затрат, за счет уменьшения уноса и экономией диэтиленгликоля, будет составлять 1 050 000 руб., в результате получаем что:

- суммарный поток денежной наличности в прогнозе на 5 лет составляет 3 537 700 руб.;
- срок окупаемости равен 1,6 года.

Таким образом, по сравнению с базовым аппаратом с прямоточно-центробежными элементами, в модернизированном абсорбере уменьшаются потери ДЭГа, увеличивается производительность абсорбера на 20 %, температура точки росы достигает  $t_{т.р.} = 15$  °С, что делает модернизацию абсорберов (внедрение структурированных насадок) экономически и технологически целесообразной.

#### **Список использованных источников**

1. Технологический регламент установки комплексной подготовки газа головных сооружений, газосборного пункта; ОАО «Газпром», ООО «Газпром ПХГ» Краснодарское управление подземного хранения газа - с.Успенское, 2014. - 118 с.
2. Омелянюк М. В. Повышение эффективности эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа: сборник трудов конференции. - 2-е изд. – М.: Томск, 2010.- С. 262-264.
3. Пахлян И. А., Ивлев М. В. Усовершенствование абсорберов: сборник докладов. – М.: Армавир, 2016. – С. 181-183.
4. Зиберт Г.К. Перспективные технологии и оборудование для подготовки и переработки углеводородных газов и конденсата. – М.:Недра, 2005. – 364с.
5. Чеботарев В.В. Расчеты основных показателей технологических процессов при сборе и подготовке скважинной продукции: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. – 408 с.
6. Тасмуханова А.Е. Экономика предприятия: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2010. – 222 с.

#### **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ СБОРА И ПОДГОТОВКИ ГАЗА ДЛЯ ОБЪЕКТОВ ООО «ГАЗПРОМ ПХГ» С.В. Барыльник<sup>1)</sup>, И.А. Пахлян<sup>2)</sup>, М.В. Ивлев<sup>3)</sup>**

1) начальник службы Краснодарского управления подземного хранения газа ООО «Газпром ПХГ», Россия;

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, rachlyan@mail.ru

3) студент кафедры МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, ivlev.mihail@bk.ru

**Аннотация:** в статье проанализирована система подготовки и осушки газа Краснодарского ПХГ и предложен метод модернизации абсорбера гликолевой осушки газа.

**Ключевые слова:** абсорбер, осушка газа, модернизация, пластинчатая насадка, ПХГ.

## IMPROVEMENT OF GAS COLLECTION AND PREPARATION SYSTEM FOR OBJECTS OF LLC «GAZPROM UGS»

Sergey V. Barylnik<sup>1)</sup>, Irina A. Pachlyan<sup>2)</sup>, Michail V. Ivlev<sup>3)</sup>

1) Head of the Krasnodar underground gas storage service management LLC "Gazprom UGS", Russia,

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

3) the student of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields,, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, ivlev.mihail@bk.

**Abstract:** in the article the system of preparation and dehydration of gas of the Krasnodar UGS was analyzed and a method for the modernization of the absorber of glycol gas drying was proposed.

**Key words:** absorber, gas drying, modernization, plate nozzle, UGS.

Развитие газодобывающей промышленности связано с эксплуатацией и сооружением крупных подземных хранилищ газа (далее - ПХГ) и строительством мощных магистральных газопроводов. На газовых подземных хранилищах организуется комплексная подготовка газа к дальнейшему транспорту, в схеме которой основную роль играют массообменные аппараты.

Так как газ, извлеченный из пласта, содержит в себе капельную жидкость и различные механические частицы, то невозможно обойтись без установок осушки и очистки газа, с целью дальнейшей транспортировки по магистральному трубопроводу. На Краснодарском УПХГ для очистки природного газа от остатков капельной жидкости, механических примесей и его осушки используются абсорберы гликолевой осушки.

Проанализировав практические данные, можно прийти к выводу, что абсорбционные установки Краснодарского УПХГ имеют ряд важных недостатков. Они не обеспечивают требуемую степень осушки и очистки газа, имеют недостаточную производительность, в ходе их работы происходит большой унос ДЭГа.

Следовательно, целью данной работы является усовершенствование системы сбора и подготовки газа Краснодарского УПХГ, за счет модернизации абсорбера гликолевой осушки газа с помощью установки в массообменной секции абсорбера регулярной пластинчатой насадки с гофрированными, обратно-вогнутыми элементами.

Поставленные задачи: усовершенствование абсорбционной осушки газа с целью повысить степень очистки и осушки природного газа; увеличить эффективность тепло- и массообмена в процессах разделения многокомпонентных смесей; снижения гидравлического сопротивления и упрощения конструкции абсорбера; снижение потерь ДЭГа.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в последние годы в России, в связи с более жесткими требованиями к качеству подготовки газа, появилась необходимость применения аппаратов более совершенных конструкций с высокой производительностью и эффективностью.

Существуют различные методы модернизации осушки газа. Например, применение в качестве поглотителей влаги из газа различных твердых силикагелей. Но применение этих технологий требует больших денежных затрат для предприятия. Но есть и другой метод. Можно установить в массообменной секции абсорбера регулярную насадку и добиться поставленной задачи с минимальными затратами.

В настоящее время существует большая разновидность регулярных насадок и возникает вопрос о выборе наиболее подходящей для абсорберов Краснодарского УПХГ.

В качестве альтернатив были рассмотрены насадки фирм «Зульцер» (патент США 4643853), «Оптифлоу» (Патент РФ 2099133). Все они имеют ряд конструктивных недостатков, которые не позволяют их применить на данном предприятии.

Именно поэтому предлагается провести модернизацию по пути замены в массообменной части абсорберов ПХГ контактно - сепарационных элементов и массообменных тарелок на регулярную пластинчатую насадку с гофрированными, обратно-вогнутыми элементами.

Данная пластинчатая регулярная насадка выполнена с обратно вогнутыми элементами, которые расположены в местах пересечения параллельных линий с ребрами гофр, в виде равнобоких трапеций или в виде треугольников.

Эффективность внедрения регулярных пластинчатых насадок с гофрированными, обратно вогнутыми элементами подтверждается техническими расчетами и приводит к повышению экономической эффективности для предприятия.

В результате модернизации мы получаем: уменьшение потерь ДЭГа, и как следствие снижение затрат, необходимых для подготовки газа к транспорту; увеличение степени осушки газа, и как следствие увеличение качества транспортируемого газа; увеличение ресурса работы фильтрующих элементов до 4-10 лет; снижение рабочего давления в абсорберах, практически в 2 раза; повышение интенсификации массообмена; упрощение конструкции абсорбционных установок.

#### **Список использованных источников**

1. Пахляя И.А., Ивлев М.В. Усовершенствование абсорберов: сборник докладов. - М.: Армавир, 2016. – С. 181-183.
2. Омелянюк М.В. Повышение эффективности эксплуатации оборудования подземных хранилищ газа: сборник трудов конференции. - 2-е изд.. – М.: Томск, 2010.- С. 262-264.
3. Технологический регламент установки комплексной подготовки газа головных сооружений, газосборного пункта; ОАО «Газпром» ООФ «Газпром ПХГ» Краснодарское управление подземного хранения газа. - с. Успенское, 2014. - 118 с.
4. Омелянюк М.В. Гидродинамические высоконапорные установки в решении проблем ПХГ//Наука и техника в газовой промышленности. - 2010. - № 3. – С. 80-89.

#### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБУСТРОЙСТВА ВОСТОЧНО-УРЕНГОЙСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА С.В. Воронин<sup>1)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>2)</sup>**

1) ведущий инженер по качеству УВК ДСК ООО "Стройгазконсалтинг", Россия, г.Санкт-Петербург, woronin-serg@yandex.ru

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП Армавирского механико–технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** выполнена разработка технических и технологических решений для обустройства Восточно-Уренгойского лицензионного участка с целью добычи газа и газового конденсата

**Ключевые слова:** проект производства работ, обустройство газоконденсатного месторождения куст газоконденсатных скважин, инженерная подготовка

## DESIGN OF THE ESTABLISHMENT OF THE EASTERN-URENGO LICENSE SITE

S.V. Voronin<sup>1)</sup>, M.V. Omelyanyuk<sup>2)</sup>

1) leading quality engineer UVK DSC "Stroygazconsulting" LLC, Russia, Saint-Petersburg, voronin-serg@yandex.ru

2) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Annotation:** executed development of technical and technological solutions for the resettlement of the East Urengoy license area for the purpose of production of gas and gas condensate,

**Key words:** project of production of works, arrangement of gas condensate field of bush of gas condensate wells, engineering preparation.

Восточно-Уренгойское месторождение – это многопластовое месторождение с нефтью, газом и конденсатом. Оно расположено на восточном куполе к Нижнепуровскоммегавале, в Пуртовском районе Ямало-Ненецкого автономного округа в Тюменской области. Уренгойское месторождение открыто в 1966 году благодаря разведочной скважине, которая на восемьдесят девять метров прошла газовую сеноманскую залежь. В промышленную эксплуатацию было запущено через двенадцать лет, то есть в 1978 году. Уренгойское месторождение имеет площадь шесть тысяч квадратных метров, а его протяженность – 220 километров. Восточно-Уренгойское месторождение относится к крупной Западно-Сибирской нефтегазонасной провинции, и лежит на её севере. Эта нефтегазонасная провинция делится на десять нефтегазонасных областей, которые выделяются по главным местам скопления газа и нефти, связанными с положительными региональными структурами.

В геологическом отношении разрез в южной части изучаемого участка работ предоставлен супесчано-суглинистыми породами, песчаные породы играют подчиненную роль. Современные болотные отложения (bQIV) предоставлены торфами коричневыми, средне и сильно разложившимися. Тип торфа низинный осоковый, верховой сфагновый и переходной сфагновый. Мощность торфа изменяется от 0,4 до 1,8 м. Техногенные грунты (tQIV) предоставлены песками насыпными в основном мелкими. Мощность насыпного грунта колеблется от 0,5-1,7 м.

Гидрогеологические условия области определяются принадлежностью подземных вод к верхнему гидрогеологическому этажу Западно-Сибирского артезианского бассейна и широтной климатической зональностью. Водовмещающие породы-торф. Глубина залегания уровня водоносного горизонта менее 1 м. Режим горизонта зависит от количества атмосферных осадков. Годовая амплитуда колебаний уровня 0,5-1,0 м. Водовмещающие породы-пески, супеси. Преобладающие глубины залегания водоносного горизонта 4,0-6,0 м.

Перед началом строительства должна быть проведена необходимая подготовка, состав и этапы которой принимаются в соответствии с требованиями в СНиП 12-03-2001.

Строительство выполняется в два периода строительства:

- подготовительный;
- основной.

Подготовительный период подразделяется на 3 этапа:

- организационный;
- мобилизационный;
- подготовительно-технологический.

В связи с тем, что объект строительства расположен на значительном удалении от места нахождения организации, а также в целях сокращения сроков строительства при организации работ применяется вахтовый метод.

Организация работ вахтовым методом должна обеспечивать их ритмичность, непрерывность, комплексность выполнения, соблюдение правил по охране труда и технике безопасности, сохранность материальных ценностей, преемственность управленческого и технического руководства.

Для обеспечения сохранности материальных ценностей смена вахт должна производиться в присутствии руководителя (мастера, прораба, начальника участка и т.д.) непосредственно на рабочих местах с оформлением приема-сдаточного акта.

Передача строительной техники и транспортных средств производится непосредственно на рабочих местах механизаторами и водителями. При невозможности совмещения графиков смены механизаторов и водителей приемку осуществляет линейный механик до прибытия сменной вахты. До сдачи вахт должен производиться профилактический осмотр машин и механизмов, а в случае необходимости - ремонт для передачи техники в исправном состоянии.

Для освещения строительной площадки и рабочих мест используемая техника дополнительно оборудованная специальными прожекторами и дополнительными фарами. Отопление во всех жилых и административно-бытовых блоках, на площадке временного вахтового поселка строителей предусмотрено электрическое, работающее в автоматическом режиме. Вода для технических нужд – привозная из местных водоёмов (скважин), доставляется поливочными машинами.

Доставка работников на вахту осуществляется от места нахождения работодателя (пункта сбора) до места выполнения работы и обратно экономически целесообразными видами транспорта (согласовывается с заказчиком) на основе долгосрочных договоров, заключаемых с транспортными организациями.

#### **Список использованных источников**

1. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: учебник для вузов. - М.: Недра - Москва, 2011. – 365 с.
2. Тагиров К. М. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин/ Академия. – М.: 2012. - 336 с.
3. Лысенко В.Д. Разработка нефтяных месторождений. Проектирование и анализ. - М.: Недра - Москва, 2013. - 638 с.

#### **АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ СИСТЕМЫ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ)**

**А.М. Мошева <sup>1)</sup>, Г.П. Хижняк <sup>2)</sup>**

1) ассист. кафедры НГТ Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, Россия, aleksandramosheva@gmail.com

2) д-р техн. наук, зав. кафедрой НГТ ПНИПУ, г. Пермь, Россия, rngm@pstu.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы основные причины аварий системы нефтепромысловых трубопроводов

**Ключевые слова:** нефтепромысловый трубопровод; отказ; авария; эксплуатация.

## **FAILURE RATE EVALUATION OF THE OIL PIPELINES SYSTEM ON THE EXAMPLE OF THE OIL DEPOSITS OF THE PERM REGION**

**A.M. Mosheva <sup>1)</sup>, G.P. Khizhniak <sup>2)</sup>**

1) the assistant of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia, aleksandramosheva@gmail.com

2) Dr.Sc.(Tech.), head of the Department of Oil and Gas Technology, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia, rngm@pstu.ru

**Abstract:** the article presents main causes of oil pipeline system failure.

**Key words:** oil pipeline; failure; accident; exploitation.

Федеральный закон определяет понятие промышленная безопасность как состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий.

На нефтегазовых объектах чрезвычайные ситуации техногенного характера представляют особую опасность. Основными причинами их возникновения являются изношенность основных производственных фондов и отсутствие современных систем управления надежностью опасных производственных объектов. Согласно отчету Ростехнадзора основные производственные фонды и фонды трубопроводного транспорта стареют. Главные системы трубопроводов были построены в 1960-1980 гг. В настоящее время около 40 % трубопроводов отработали более 30 лет. Доля оборудования предприятий нефтепромысловой отрасли со сроком эксплуатации более 20 лет составляет 67 %. Это требует усиления контроля за их состоянием с применением современной диагностики, мониторинга, капитального ремонта и реконструкции.

### **Анализ эксплуатации и состояние исследуемых нефтепромысловых трубопроводов**

Объектом исследования данной работы является ЦДНГ-10, включающий в себя Кокуйское, Чураковское и Сосновское месторождения. В качестве анализа бесперебойной работы была исследована динамика времени простоя скважин, основанная на наличии аварии и сроков ее устранения. Анализ показывает, что время простоя скважин, равное времени устранения аварий, достигает отметки 230 часов, что наносит существенный экономический ущерб предприятию.

В докладе приведен сортамент наиболее часто применяемых труб [2, 3]. Трубопроводы изготовлены из марок стали Ст.10, Ст.20. Для анализа надежности были использованы эксплуатационные данные промысловых трубопроводов, включающие в себя данные по характеристикам, составу и отказам нефтепромысловых трубопроводов, введенных в эксплуатацию с 1975 по 2008 годы.

Отказом трубопроводов промыслового сбора и транспорта продукции скважин считается нарушение работоспособности, связанное с внезапной полной или частичной остановкой трубопровода из-за нарушения герметичности трубопровода или запорной и регулирующей арматуры или из-за закупорки трубопровода [1].

Систематизированы данные по характеру зафиксированных отказов нефтепромысловых трубопроводов.

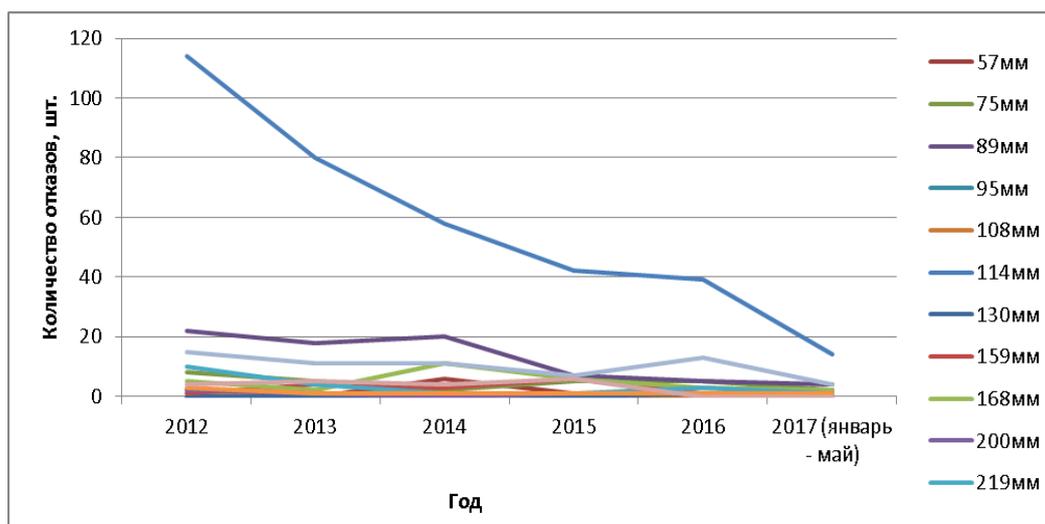


Рис. 1. Распределение отказов по диаметру эксплуатирующихся трубопроводов

Основной причиной отказов является коррозия трубопровода (96 % от общего числа аварий). Доля отказов по всем остальным причинам, а именно: строительный брак, механические повреждения и другие, составляет не более 4 %. На рисунке приведено распределение отказов по времени эксплуатации для каждого эксплуатирующегося диаметра. Наибольшее число отказов приходится для диаметра трубопровода 114мм. Пик отказов для всех диаметров приходится на 2012 год, затем следует постепенное снижение.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что большая доля всех отказов приходится на трубопровод диаметром 114 мм. Это обусловлено тем фактом, что данный диаметр является самым эксплуатирующимся из всего сортамента трубопроводов, а также тем, что большинство трубопроводов диаметром 114 мм были введены в эксплуатацию в 1976 году и ранее. Таким образом, большинство трубопроводов, находящихся в зоне риска, эксплуатируются более 25 лет, что превышает установленный срок эксплуатации заводом-изготовителем.

#### Список использованных источников

1. Дейнеко С. В. Обеспечение надежности систем трубопроводного транспорта нефти и газа. – М.: Техника, ГУМА ГРУПП, 2011. – 176 с.
2. Мошева А.М. Статистический анализ надежности нефтепромысловых трубопроводов нефтяных месторождений Пермского края: сборник трудов 69-й международной молодежной научной конференции «Нефть и газ – 2015». – М., 2015.
3. Промысловые трубопроводы / В. Д. Куликов [и др.]. – М.: Недра, 1994.
4. РД 39-132-94. Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1994.

#### ОЧИСТКА УСТАНОВОК РЕГЕНЕРАЦИИ ГЛИКОЛЯ

М.В. Омелянюк<sup>1)</sup>, Н.Г. Стаканов<sup>2)</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

2) главный инженер Краснодарского управления ООО «Газпром ПХГ», Россия, n\_stakanov@rambler.ru

**Аннотация:** При эксплуатации теплообменного оборудования установок регенерации гликоля цехов добычи и подземных хранилищ газа образуются отложения на внутренних или наружных поверхностях, в результате не обеспечивается номинальной теплопередачи, в результате повышается сопротивление теплопередачи и перепад давления, снижается эффективность регенерации гликоля. Разработаны и промышленно апробированы технологические решения и технические средства гидродинамической кавитационной очистки широкого спектра оборудования установок регенерации гликоля.

**Ключевые слова:** регенерация, гликоль, установка, очистка, отложение.

## CLEANING OF GLYCOL REGENERATION UNITS

Maxim V. Omelyanyuk<sup>1)</sup>, Nikolay G. Stakanov<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) Chief Engineer of Krasnodar Department of “Gazprom UGS” LLC, Russia, n\_stakanov@rambler.ru

**Abstract:** crust on internal or external surfaces are formed when in operation of the heat-exchange equipment for glycol regeneration unit of gas production department and underground gas storages, as a result the nominal heat transfer isn't provided and resistance of a heat transfer and pressure difference increases, the efficiency of regeneration of glycol decreases. Technology solutions and technical means hydrodynamic cavitational cleanings of a wide range of the equipment for glycol regeneration unit are developed and industrially approved..

**Key words:** regeneration, glycol, unit, cleaning, crust.

В процессе эксплуатации цехов добычи газа и станций подземного хранения газа на ряде оборудования, имеющего системы охлаждения/нагрева, на поверхностях теплообмена образуются отложения: соли, выпадающие из пересыщенных растворов, продукты коррозии, различные технологические загрязнители.

При эксплуатации водоводяного, водомасляного или иного теплообменника с отложениями на внутренних или наружных поверхностях трубок не обеспечивается номинальной теплопередачи, в результате повышается температура агента на выходе из охладителя.

Наличие осадков ускоряет процесс коррозии оборудования и способствует образованию сквозных свищей. Наличие отложений на поверхностях теплообменного оборудования нарушает нормальную циркуляцию гликоля в системе охлаждения, снижает эффективность, надежность и безопасность его эксплуатации.

Значительно снизить затраты на ремонт и повысить надежность и безопасность эксплуатации можно путем своевременной качественной очистки внутренних и наружных поверхностей систем теплообмена от солевых, коррозионных и прочих технологических отложений.

Для решения задачи очистки трубного и межтрубного пространства охладителей различных агентов оборудования Краснодарского и Кушевского УПХГ ООО «ГАЗПРОМ ПХГ» в 2005-2011 гг. были проведены экспериментальные и опытно-промышленные исследования технологии гидродинамической высоконапорной очистки межтрубного пространства АВО газа, АВО воды и АВО ДЭГа, трубного и межтрубного пространства кожухотрубных теплообменников установок регенерации гликоля, систем рубашечного охлаждения газомотокомпрессоров [1]. В результате была разработана, спроектирована и изготовлена экспериментальная установка гидродинамической очистки. Установка разрабатывалась универсальной,

предназначенной для очистки практически всех теплообменных аппаратов, эксплуатирующихся в скважинах добычи газа и станциях подземного хранения газа, от различных по химическому составу, прочности и адгезии к поверхности оборудования отложений. При исследовании получены оптимальные технологические параметры струйного воздействия и технических средств, предназначенных для реализации технологии гидродинамической очистки.

Опытно-промышленные исследования эффективности разработанных технологий и технических средств были проведены в Краснодарском и Кушевском УПХГ ООО «Газпром ПХГ», при очистке трубного и межтрубного пространства кожухотрубных проточных и U-образных теплообменников диэтиленгликоля, межтрубного пространства термосифонов, трубного и межтрубного пространства АВО ДЭГа. 10-20 % трубок теплообменника до очистки были полностью заполнены отложениями, их очистка химическими методами была невозможна; толщина отложений в остальных трубках и в межтрубном пространстве составляла 2-4 мм.

Для очистки поверхностей нагрева элементов блоков регенерации гликоля был разработан ряд устройств, реализующих технологии гидродинамической и гидродинамической кавитационной очистки от различных комплексных отложений, в том числе генераторы кавитации (гидродинамические кавитаторы) и гидродинамические насадки (статические и ротационные), в экспериментальных натуральных условиях определены их оптимальные конструктивные параметры.

Все виды теплообменного оборудования на станциях подземного хранения газа были очищены от различных по химическому составу и прочности отложений одной универсальной установкой, т.е. технологии и технические средства гидродинамической высоконапорной очистки поверхностей являются универсальными и могут использоваться в разнообразном оборудовании для удаления отложений с различным составом, прочностью, адгезией к материалу оборудования.

Новизна и уникальность разработанных технологических решений и технических средств защищена патентами РФ на изобретения, полезные модели и базы данных [2, 3].

#### **Список использованных источников**

1. Омелянюк М.В. Гидродинамические высоконапорные установки в решении проблем ПХГ // Наука и техника в газовой промышленности. - 2010. - № 3. - С. 80-89.
2. Омелянюк М.В. Разработка кавитационных устройств технологического назначения. База данных. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621681. Дата рег. в фед. органе исполнительной власти по интеллектуальной собственности 24.11.2015.
3. Техника и технологии гидродинамической очистки оборудования транспорта и хранения газа. База данных. Свидетельство об официальной регистрации № 2017620066. Дата рег. в Реестре Роспатента 18.01.2017 г. /М.В. Омелянюк [и др.].

#### **ОЧИСТКА СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ КОМПРЕССОРНЫХ И СИЛОВЫХ ЦИЛИНДРОВ ГАЗОМОТОКОМПРЕССОРОВ**

М.В. Омелянюк<sup>1)</sup>, Н.Г. Стаканов<sup>2)</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

2) главный инженер Краснодарского управления ООО «Газпром ПХГ», Россия, n\_stakanov@rambler.ru

**Аннотация:** В процессе эксплуатации газомотокомпрессоров происходит образование отложений солей и продуктов коррозии в системах охлаждения компрессорных или силовых цилиндров, в зависимости от типа газомотокомпрессора.

Это приводит к повышению сопротивления теплопередачи, повышению температуры охлаждающей жидкости и, в итоге, к поломке дорогостоящего оборудования. Были проведены аналитические и экспериментальные исследования, в результате которых разработана технология гидродинамической очистки систем охлаждения газоперекачивающих агрегатов, поршневых воздушных и кислородных компрессоров от различных отложений; разработаны и изготовлены экспериментальная установка очистки систем охлаждения газомотокомпрессоров и гидродинамические кавитаторы, определены их оптимальные конструктивные параметры.

**Ключевые слова:** компрессор, насадок, гидродинамический, кавитация, очистка

## **CLEANING OF COOLING SYSTEMS OF COMPRESSORS AND POWER CYLINDERS OF GAZOMOTOCOMPRESSORS**

**Maxim V. Omelyanyuk<sup>1)</sup>, Nikolay G. Stakanov<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) Chief Engineer of Krasnodar Department of “Gazprom UGS” LLC, Russia, n\_stakanov@rambler.ru

**Abstract:** during the using of gas-motor-compressors there is a formation of crust of salts and products of corrosion in cooling systems of compressor or power cylinders, depending on gas-motor-compressor type. It leads to increase in resistance of a heat transfer, increase of temperature in cooling liquid and, as a result, to breakdown of the expensive equipment. Analytical and pilot studies were carried out, as a result the technology of hydrodynamic cleaning of cooling systems of gas-distributing aggregates, piston air and oxygen compressors from various deposits is developed; experimental cooling systems cleaning unit of gas-motor-compressors and hydrodynamic kavitator are developed and their optimum design data are determined.

**Key words:** compressor, nozzles, hydrodynamic, cavitation, cleaning.

Устройства, машины и оборудование компрессорных станций магистрального газопровода (МГ) и подземных хранилищ газа (ПХГ) подвержены образованию на их поверхностях различных осадков (отложений, загрязнений и т.п.), которые либо снижают эффективность их работы, либо делают невозможным их эксплуатацию. Инструкцией по эксплуатации газомотокомпрессора ГМК МК-8М предусматривается обязательная очистка систем охлаждения в том случае, если толщина отложений превышает 1 мм. Однако, нередки случаи эксплуатации агрегатов с отложениями до 20 мм, в том числе с полным перекрытием проходного сечения. При наличии отложений в системе охлаждения происходит образование очагов теплонапряженности в деталях цилиндрико-поршневой группы, особенно во втулках силовых цилиндров в районах перемычек между выхлопными окнами. В результате в процессе работы втулка силового цилиндра деформируется, образуется трещина, происходит разрушение собственно втулки, головки поршня, комплекта маслоъемных и компрессионных колец, вкладышей подшипников силового шатуна, прорыв выхлопных газов в картер газомотокомпрессора. Имеют место поломки турбокомпрессора ТК-48 и крышек силовых цилиндров в результате нарушения теплообмена.

Разработана технология гидродинамической и гидродинамической кавитационной очистки систем охлаждения газоперекачивающих агрегатов, поршневых воздушных и кислородных компрессоров от различных отложений; разработаны и изготовлены: экспериментальная установка очистки систем охлаждения

поршневых ГПА; гидродинамические насадки и кавитаторы; определены их оптимальные конструктивные параметры.

Натурные исследования эффективности разработанных технологий и устройств, их реализующих, были проведены в 2005-2008 гг. в КУПХГ ООО «Газпром ПХГ» [1].

Натурные исследования эффективности технологий высоконапорной гидродинамической кавитационной очистки рубашек охлаждения газоперекачивающих агрегатов ГМК 10 ГК проводились в 2014 г в Вуктыльском газопромысловом управлении ООО «Газпром добыча Краснодар». Процесс химической кислотной очистки, проведенный силами специалистов Вуктыльского газопромыслового управления, не дал эффекта, поскольку часть технологических каналов полностью «заросла» отложениями, химреагенты не циркулировали, и произошло удаление солеотложений только в тех местах, где еще обеспечивалась циркуляция. До внедрения разработок происходил перегрев компрессорных цилиндров ГМК 10 ГК. Для ГМК стац. № 7 был проведен замер температуры по цилиндрам до и после очистки; результаты представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Параметры температур цилиндров ГМК до/после очистки

Температура	Номер цилиндра				
	1	2	3	4	5
до очистки	93	105	115	115	117
после очистки	88	90	89	89	91

Новизна и уникальность разработанных технологических решений и технических средств защищена патентами РФ на изобретения, полезные модели и базы данных [2-4].

Разработанные технологии и технические средства высоконапорной гидродинамической кавитационной очистки систем рубашечного охлаждения газомотокомпрессоров являются эффективными, позволяют в сжатые сроки произвести качественную очистку теплообменного оборудования без негативного воздействия на стенки очищаемого оборудования, восстановить паспортную теплопередачу, обеспечить безаварийную работу агрегатов в дальнейший период.

#### Список использованных источников

1. Омелянюк М.В. Гидродинамические высоконапорные установки в решении проблем ПХГ // Наука и техника в газовой промышленности. 2010. № 3. С. 80-89.

2. Ротационный гидравлический вибратор. Патент РФ на изобретение № 254215 от 20.02.2015г Заявка № 2014104385 от 07.02.2014/ М.В. Омелянюк, И.А. Пахлян.

3. Разработка кавитационных устройств технологического назначения. База данных. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621681. Дата регистрации в фед. органе исполнительной власти по интеллектуальной собственности 24.11.2015/ М.В. Омелянюк.

#### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВО ГАЗА

М.В. Омелянюк<sup>1)</sup>, И.А. Пахлян<sup>2)</sup>, Л.Ю. Бондаренко<sup>3)</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

3) главный инженер ООО «Газэнергокомплект», г. Новочеркасск, Россия, gek.bondarenko@gmail.com

**Аннотация:** При эксплуатации АВО происходит снижение эффективности их работы, связанное с образованием отложений на внутренних и наружных поверхностях. Были проведены аналитические и экспериментальные исследования, в результате которых разработана технология гидродинамической очистки внутритрубного и межтрубного пространства АВО газа; разработаны и изготовлены несколько типоразмеров экспериментальных установок гидродинамической очистки.

**Ключевые слова:** аппарат воздушного охлаждения, оребрение, очистка, загрязнение, теплопередача.

### ENERGY SAVING WHEN OPERATING AVO GAS

Maxim V. Omelyanyuk<sup>1</sup>), Irina A. Pachlyan<sup>2</sup>), Lidiya.Yu. Bondarenko<sup>3</sup>)

1) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

3) Chief Engineer of “Gazenergokomplekt” LLC, city of Novocherkassk, Russia, gek.bondarenko@gmail.com

**Abstract:** in case of operation of AVO there is a decrease in an efficiency of their work connected with formation of crust on internal and external surfaces. Analytical and pilot researches were conducted, as a result the technology of hydrodynamic cleaning of tube side and shell side of AVO of gas is developed; several standard sizes of experimental units of hydrodynamic cleaning are developed and made.

**Key words:** air cooler, fins, cleaning, pollution, heat transfer.

При эксплуатации АВО происходит загрязнение трубного и межтрубного пространства. Отложения в трубном пространстве обуславливаются выпадением капельной влаги, масел и т.п. из газа (для АВО газа), отложением солей и продуктов коррозии (для АВО воды), деструкцией ДЭГа и выпадением твердых органических компонентов (для АВО ДЭГа). Кинетика загрязнения трубного пространства АВО определяется эффективностью установок очистки газа (пылеуловители, сепараторы). Загрязнение межтрубного пространства, особенно в аппаратах с высоким коэффициентом оребрения ( $\phi=20\dots23$ ), обусловлено накоплением органических загрязнителей (пух, трава, пыль, насекомые и т.п.). Кинетика загрязнения межтрубного пространства АВО определяется местом расположения (наземное, на крыше здания и т.п.), территориальной принадлежностью (степи, лесостепи, тундра и т.п.), флорой и фауной данной местности. В результате загрязнения снижается коэффициент теплопередачи (в 1,5..2 раза по сравнению с проектными данными [1]); снижается эффективность теплопередачи, в результате снижается КПД ГПА и в целом работы компрессорной станции, а иногда ГПА приходится останавливать в связи с превышением температуры газа на выходе из АВО и входе в следующую ступень компримирования; повышается расход электроэнергии на привод вентиляторов.

Оптимальное охлаждение позволяет снизить затраты на перекачку примерно на 5-10 %, т.е. на 0,5 % транспортируемого газа при расходе газа 80% от номинального и 2 % при перекачке номинального расхода газа.

Были проведены аналитические, экспериментальные и опытно-промышленные исследования технологии гидродинамической высоконапорной очистки внутритрубного и межтрубного пространства АВО газа, АВО воды и АВО ДЭГа, с использованием экспериментальных установок [3]. В 2016 г в ООО «Газпром добыча Уренгой» была внедрена технология внутритрубной очистки АВО газа от комплексных минерально-органических отложений. Результаты проведенных экспериментальных работ положительны.

В 2016 г. в КС Майкопского ЛПУМГ ООО «Газпром Трансгаз Краснодар» проводились опытно-промышленные испытания техники и технологий высоконапорной гидродинамической кавитационной очистки трубного и межтрубного пространства АВО воды газоперекачивающих агрегатов – газомотокомпрессоров ГМК 10 ГК.

За многолетний период эксплуатации газомотокомпрессоров ГМК и АВО воды произошло отложение солей и продуктов коррозии на внутренних поверхностях системы охлаждения, в том числе в трубных пучках АВО воды. После демонтажа присоединительных трубопроводов проведено шаблонирование трубных пучков для оценки загрязненности; толщина отложений составила от 1,5 до 3,5 мм.

Проведен замер температур на входе и выходе из АВО до и после очистки. Сводные данные представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Параметры температур воды на входе/выходе АВО до и после очистки

	Температура, °С					
	На естественной тяге			При включенных вентиляторах		
	вход	выход	перепад температур	вход	выход	перепад температур
До очистки	59,1	59,0-59,1	0-0,1	59,1	53,8	5,3
После очистки	58,9	55,2	3,7	58,9	47,5	11,4

Внедрение разработок позволило: обеспечить эффективную очистку трубного и межтрубного пространства АВО; сократить время проведения ремонтных работ по очистке систем охлаждения ГМК более чем в 5 раз (по сравнению с механическим расщеплением и пневмопескоструйной очисткой); достигнуть высокой эффективности очистки оборудования от отложений и загрязнений без негативного (разрушающего) воздействия на стенки оборудования; обеспечить экологичность данных работ – использовалась водопроводная вода без добавок химических реагентов.

#### Список использованных источников

1. Габдрахманов А., Гаррис Н. Влияние эксплуатационного загрязнения на тепловые характеристики аппаратов воздушного охлаждения газа // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2003. – URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Garris\\_2.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Garris_2.pdf)
2. Омелянюк М.В., Черномашенко А.Н. Повышение экономичности и безопасности эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения// Нефтепромысловое дело. -. 2009. - № 4. - С. 43-46.

#### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МУЛЬТИЦИКЛОННЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

М.В. Омелянюк<sup>1</sup>, И.А. Пахлян<sup>2</sup>, Л.Ю. Бондаренко<sup>3</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, m.omelyanyuk@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

3) главный инженер ООО «Газэнергокомплект», г. Новочеркасск, Россия, gek.bondarenko@gmail.com

**Аннотация:** В процессе эксплуатации пылеуловителей происходит образование отложений минеральных и органических веществ на внутренних поверхностях/полостях пылеуловителей, что приводит к повышению сопротивления при очистке газа. Это, в свою очередь, снижает эффективность работы компрессорной станции в целом, приводит к повышению затрат на транспорт газа. Разработана и апробирована технология очистки труднодоступных полостей мультициклонных пылеуловителей. В результате очистки на 90-100 % восстанавливается паспортное сопротивление аппарата.

**Ключевые слова:** пылеуловитель, очистка, насадок, кавитация, реагент, эффективность.

## **INCREASE OF EFFICIENCY OF WORK MULTI-CYCLE DUST COLLECTOR**

**Maxim V. Omelyanyuk<sup>1</sup>, Irina A. Pachlyan<sup>2</sup>, Lidiya Yu. Bondarenko<sup>3</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

3) Chief Engineer of “Gazenergokomplekt” LLC, city of Novocherkassk, Russia, gek.bondarenko@gmail.com

**Abstract:** in the course of dust collectors operation there is a formation of crust of mineral and organic substances on the internal surfaces / cavities of dust collectors that leads to increase in resistance during the purification of gas. It consequently reducing overall performance of compressor station in general, leads to increase in costs of gas transport. The technology of cleaning of inaccessible cavities of multicyclonic dust collectors is developed and approved. Resulting from cleaning the passport resistance of the device is restored by 90-100 %.

**Key words:** dust collector, cleaning, nozzles, cavitation, reagent, efficiency.

При транспортировке к газу добавляются различные загрязнители - песок, сварной шлам, конденсируются тяжелые углеводороды, вода, масло и т.д. Источником первоначального загрязнения природного газа является призабойная зона скважины, постепенно разрушающаяся и загрязняющая газ, а также компрессорное оборудование и внутренние поверхности трубопроводов.

В настоящее время на КС в качестве первой ступени очистки широко применяют циклонные и мультициклонные пылеуловители, работающие на принципе использования инерционных сил для улавливания взвешенных частиц, а также масляные пылеуловители.

Часть энергии газа теряется за счёт собственного сопротивления аппарата, а также за счет дополнительных потерь, обусловленных засорением в распределительной камере, межтрубном пространстве и мультициклонах, на стенках которых происходит отложения тяжёлых углеводородов, пиррофорных соединений, прилипание к ним мелких механических примесей и их дальнейшее уплотнение вплоть до полного перекрытия проходного сечения.

Дополнительные потери энергии являются невосполнимыми и увеличивают расход топливного газа при транспортировке основного газового потока по магистральным трубопроводам, что, в свою очередь, уменьшает эффективность работы компрессорных цехов. Задачу очистки пылеуловителей компрессорных станций (т.е. задачу снижения сопротивления ПУ и повышения качества очистки газа) решают механическим, химическим, гидродинамическим и химическим методами.

Для оперативной (не более 5 часов на единицу ПУ) эффективной очистки ПУ от отложений с любым (органическим, неорганическим) составом с любой прочностью (от АСПО до отложений с прочностью бетона) разработана технология и технические средства гидродинамической кавитационной реагентной очистки труднодоступных элементов мультициклонных пылеуловителей.

Технология гидродинамической высоконапорной очистки мультициклонных пылеуловителей промышленно апробирована в 2013-2016 гг на ряде объектов ПАО «Газпром», в-частности, в ООО «Газпром трансгаз Югорск» и ООО «Газпром трансгаз Краснодар».

Показательны данные по пылеуловителям ООО «Газпром трансгаз Краснодар». 25 ноября 2013 г проводились опытно-промышленные работы по апробации технологии высоконапорной гидродинамической очистки внутренних поверхностей мультициклонных пылеуловителей от комплексных загрязнений органического и неорганического происхождения в Краснодарском линейном производственном управлении магистральных газопроводов, ГРС г. Горячий Ключ. Проведена очистка внутренних труднодоступных полостей от комплексных загрязнений – жидких углеводородов, продуктов коррозии, внешних загрязнителей (щебень, песок и т.п.), элементов резиновых пневмозаглушек и т.п.

Внедрение разработок позволило:

– обеспечить качественную очистку сложных фигурных поверхностей, особенно внутренних поверхностей циклонов, от различных по химическому составу, прочности, адгезии отложений;

– восстановить паспортное (номинальное) сопротивление пылеуловителей. До очистки на одном из пылеуловителей перепад давления составлял 2,7 МПа, после очистки – менее 0,033 МПа;

– сократить время проведения ремонтных работ до 3-8 раз по сравнению с механическим и химическим способами очистки. Среднее время полной очистки единицы пылеуловителя без учета времени на монтаж-демонтаж люков составило 4 часа.

Новизна и уникальность разработанных технологических решений и технических средств защищена патентами РФ на изобретения, полезные модели и базы данных [1-3].

### **Список использованных источников**

1. Ротационный гидравлический вибратор: пат. РФ на изобретение № 254215 от. 20.02.2015. Заявка № 2014104385 от 07.02.2014/ М.В. Омелянюк М.В., И.А. Пахлян.

2. Разработка кавитационных устройств технологического назначения. База данных. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015621681. Дата регистрации в фед. органе исполнительной власти по интеллектуальной собственности 24.11.2015/ М.В. Омелянюк.

3. Техника и технологии гидродинамической очистки оборудования транспорта и хранения газа. База данных. Свидетельство об официальной регистрации № 2017620066. Дата рег. в Реестре Роспатента 18.01.2017 / М.В. Омелянюк [и др.].

**АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ  
ДЛЯ ПУСКА-ПРИЕМА СРЕДСТВ ОЧИСТКИ И ДИАГНОСТИКИ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ**

**Б.Е. Подосенов<sup>1)</sup>, Г.П. Хижняк<sup>2)</sup>**

1) заместитель начальника линейной аварийно-эксплуатационной службы Пермского районного нефтепроводного управления АО «Транснефть – Прикамье», г. Пермь, Россия, bogdan\_podosenov@mail.ru

2) д-р техн. наук, зав. кафедрой Нефтегазовые технологии Пермского национального исследовательского политехнического университета, г. Пермь, Россия, xgp@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы инновационные инженерные решения для пуска-приема средств очистки и диагностики магистральных нефтепроводов, проведена оценка перспектив их применения и выполнена предварительная оценка экономической эффективности их применения в сравнении с традиционными камерами пуска-приема средств очистки и диагностики.

**Ключевые слова:** очистка и диагностика магистральных нефтепроводов, очистные устройства, внутритрубные инспекционные приборы, камера пуска-приема средств очистки и диагностики, скребковый шаровый кран.

**ANALYSIS OF INNOVATIVE ENGINEERING SOLUTIONS FOR START-RECEIVING MEANS OF CLEANING AND DIAGNOSTICS OF PIPELINES**

**Bogdan E. Podosenov<sup>1)</sup>, Grigory P. Khizhnyak<sup>2)</sup>**

1) Deputy Head of the Line Emergency Response Service of Perm Regional Oil Pipeline Department of "Transneft Kama Region" JSC, Perm, Russia, bogdan\_podosenov@mail.ru

2) Dr.Sc.(Tech.), head of the department of Oil and Gas Technology, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia, xgp@mail.ru

**Abstract:** the article analyzes innovative engineering solutions for start-receiving means of cleaning and diagnostics of pipelines, the assessment of prospects of their application and a preliminary assessment of the economic efficiency of their application compared to traditional cameras start-receiving cleaning agents and diagnostics were performed.

**Key words:** cleaning and diagnostics of pipelines, water treatment devices, in-line inspection devices, camera start-receiving cleaning agents and diagnostics, scraper ball valve

Применяемое в настоящее время оборудование для очистки и диагностики магистральных нефтепроводов имеет линейные размеры от 2 до 26 раз превышающие их диаметр. Например, для нефтепровода условным диаметром 200 мм (Ду200) средства очистки имеют длину в диапазоне от 0,4 до 0,5 м, а оборудование для внутритрубной диагностики в зависимости от типа прибора имеет длину от 2,6 м для магнитного дефектоскопа, до 5,2 м для ультразвукового дефектоскопа.

Габаритными размерами оборудования для очистки и диагностики трубопроводов обусловлены требования к размерам камер пуска-приема средств очистки и диагностики (КПП СОД), для нефтепровода Ду200 размеры узла КПП СОД выполненного с учетом всех требований действующей нормативно-технической документации составляют 50 на 70 метров по ограждению, выполненному по внешнему контуру обвалования.

Взамен традиционному решению по очистке и диагностике трубопроводов с помощью КПП СОД производителями запорной арматуры предлагаются

инновационные инженерные решения: мобильные станции запуска/приема и скребковые шаровые краны с возможностью запуска и приема очистных и диагностических устройств.

Наиболее интересным для внедрения инженерным решением являются скребковые шаровые краны, в настоящее время производители предлагают их в двух вариантах: с байпасом, когда при введении и извлечении скребка жидкость продолжает проходить через трубу; со стопором, когда при введении и извлечении скребка поток жидкости останавливается. По типоразмерам выпускаются скребковые шаровые краны условным диаметром от 50 до 600 мм, рассчитанные на давление от 1,6 до 16,0 МПа.

Для выполнения очистки или диагностики трубопровода с помощью скребковых шаровых кранов достаточно установить один комплект кранов (один - для отправки, другой – для приема) (рис. 1).



Рис. 1. Очистка с помощью скребковых шаровых кранов

Практика показала преимущество вышеуказанного инженерного решения в сравнении объема необходимых строительно-монтажных работ при установке КПП СОД и установке скребковых шаровых кранов:

Кроме уменьшения объема строительно-монтажных работ при монтаже скребковых шаровых кранов на 75 %, другими преимуществами скребковых шаровых кранов по сравнению с традиционным способом очистки трубопроводов с помощью КПП СОД являются:

1. Существенное сокращение зоны обслуживания;
2. Большая эффективность в очистке трубопроводов от загрязнений;
3. Сокращение объема профилактических работ и требуемых запасных частей в процессе эксплуатации;
4. Простая установка на действующие трубопроводы и меньшие затраты на монтаж;
5. Возможность применения очистных устройств различной формы: игольчатые, скребковые, сферические и т.д.;
6. Оборудование сохраняет все преимущества конструкции шаровых кранов: компактность, простоту установки, стабильные показатели герметичности затвора, возможность применения на различных средах.

Для полноценной замены стандартных КПП СОД скребковыми шаровыми кранами необходимо обновление применяемых в настоящее время внутритрубных инспекционных приборов (ВИП) российского производства на более компактные варианты, за аналог можно взять сверхкомпактный двунаправленный магнитный

инспекционный снаряд MFL производства фирмы ROSEN, адаптированный для запуска с помощью скребковых шаровых кранов.

В краткосрочной перспективе данное техническое решение может быть рекомендовано для внедрения при очистке магистральных трубопроводов от асфальтосмолопарафиновых веществ.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ГИДРАТОВ**

**Н.А. Шостак <sup>1)</sup>, Е.П. Запорожец <sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, shostak@kubstu.ru.

2) д-р техн. наук, проф. кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, zep1945@inbox.ru.

**Аннотация:** представлен новый способ предупреждения образования и ликвидации гидратов в системах добычи, сбора и подготовки углеводородов. Для предупреждения гидратообразования в исходную систему подается один или несколько газов, имеющих более высокие барические и более низкие термические условия, при которых образования гидратов. При ликвидации гидратов помимо газов подается еще и антигидратный реагент, причем газы и реагент подаются с расходами, обеспечивающими необходимую скорость разложения гидратов.

**Ключевые слова:** антигидратный реагент, гидратообразование, ликвидация гидратов, предупреждение образования гидратов, техногенные гидраты.

## **IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF PREVENTION THE FORMATION AND ELIMINATION OF HYDRATES**

**Nikita A. Shostak <sup>1)</sup>, Evgeny P. Zaporozhets <sup>2)</sup>**

1) Cand. Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Oil and Gas Engineering named after Professor G.T. Vertumyan, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Krasnodar, Russia shostak@kubstu.ru.

2) Dr.Sci.(Tech.), Professor of the Department of Oil and Gas Engineering named after Professor G.T. Vertumyan, Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Krasnodar, Russia, zep1945@inbox.ru.

**Abstract:** a new method for preventing the formation and elimination of hydrates in systems of hydrocarbon production, collection and treatment is presented. To prevent hydrate formation, one or more gases are supplied to the initial system, having higher baric and lower thermal conditions at which hydrate formation occurs. In the liquidation of hydrates, in addition to gases, an anti-hydrate reagent is also supplied, with gases and reagent being supplied at a rate that provides the necessary rate of decomposition of the hydrates.

**Key words:** antihydrate reagent, hydrate formation, hydrate elimination, prevention of hydrate formation, technogenic hydrates.

В нефтяной и газовой промышленности образование техногенных гидратов (далее просто гидратов) является негативным фактором [1]. Гидратообразование в призабойной зоне и стволах скважин осложняет технологический процесс добычи углеводородов. В системах сбора нефти и газа при определенных термобарических условиях гидраты отлагаются на стенках трубопроводов и повышают их гидравлические сопротивления, тем самым увеличивая энергетические затраты. Наличие гидратов в потоках добываемого флюида повышает износ сборных коллекторов. В системах промысловой подготовки углеводородов гидратные

отложения ухудшают технологические процессы. Образование гидратов в рабочих узлах машин и агрегатов систем сбора и подготовки приводит к авариям. Образующиеся отложения приводят к повышению местных гидравлических сопротивлений и энергетических затрат на транспортирование среды.

Для предупреждения образования гидратов в поток подается один или несколько газов, в которых гидраты образуются при большем давлении и меньшей температуре (например, метан или азот). Разновесные термобарические условия гидратов могут быть определены по способу, изложенному в работах [2, 3]. В полученной системе при исходных термобарических условиях образования гидратов не происходит. Для ликвидации образовавшихся гидратов подается антигидратный реагент – вещество, которое смещает условия равновесия существования гидратов в сторону более низких температур. Антигидратный реагент подается в систему в жидком или парообразном состоянии.

Необходимая скорость разложения гидратов определяется по формуле:

$$W = \frac{K_m \cdot \left[ G \cdot q_G + L \cdot q_L + L \cdot C_p \cdot T \cdot \left( 1 + \frac{n \cdot R \cdot T \cdot X}{H} \right) \right]}{H \cdot K_q}$$

где  $W$  – скорость разложения гидрата, кг/с;  $G$  – расход подаваемых газов, кг/с;  $q_g$  – теплосодержание подаваемых газов, Дж/кг;  $L$  – расход антигидратного реагента, кг/с;  $q_l$  – теплосодержание антигидратного реагента, Дж/кг;  $C_p$  – теплоемкость углеводородов, Дж/(кг·К);  $T$  – температура углеводородов, К;  $n$  – гидратное число;  $R$  – газовая постоянная углеводородов, Дж/(кг·К);  $X$  – концентрация антигидратного реагента;  $H$  – удельная энергия – теплота, необходимая для разложения гидратов, Дж/кг;  $K_m$  – интенсивность и качество перемешивания взаимодействующих газа и реагента с гидратом перемешивание взаимодействующих газа, антигидратного реагента и гидрата, учитываемые величиной коэффициента (интенсивное и равномерное перемешивание  $K_m = 1$ ; неинтенсивное и неравномерное перемешивание  $K_m < 1$ ) (см., например, [4]);  $K_q$  – потери энергии – тепла, учитываемые величиной коэффициента (нет потерь  $K_q = 1$ , имеются потери  $K_q > 1$ ).

Подаваемые газы могут получаться из попутных нефтяных или природных газов и выделяться из смеси после использования. При необходимости они предварительно подвергаются осушке и/или нагреванию.

Разработанная технология защищена патентом на изобретение РФ [5].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60108.

#### Список использованных источников

1. Запорожец Е.П., Шостак Н.А. Гидраты: монография. - Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2014. - 460 с.
2. Запорожец Е.П., Шостак Н.А. Метод расчета равновесных термобарических условий образования или диссоциации гидратов в многокомпонентных смесях // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. - 6/2017. - С. 54-57.
3. Способ определения термобарических параметров образования гидратов в многокомпонентной смеси: пат. № 2625544 РФ. Оpubл.: 14.07.2017. Бюл. № 20 / Е.П. Запорожец, Н.А. Шостак.
4. Запорожец Е.П., Шостак Н.А., Клюйко В.В. Исследования процессов образования и диссоциации гидратов // Газовая промышленность. - 2016. - № 9 (743). - С. 50-58.

5. Способ предупреждения образования и ликвидации гидратов в углеводородах: пат. РФ № 2635308. Оpubл.: 10.11.2017. Бюл. № 31 / Е.П. Запорожец, Н.А. Шостак.

## Секция 5

### ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

**Председатель:** зав. кафедрой ОНД АМТИ, канд. техн. наук

Л.А. Горовенко.

**Ученый секретарь:** канд. хим. наук, доц. Е.В. Коврига

---

## Section 5

### ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE OIL AND GAS SECTOR

**Chairperson:** head of the chair GSD AMTI, candidate of technical sciences L.A. Gorovenko

**Scientific Secretary:** candidate of chemical sciences, associate professor E.V. Kovriga

### РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИОНИТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**М. Аюпова<sup>1)</sup>, М. Арифжанова<sup>2)</sup>, Г. Усманова<sup>3)</sup>**

1) ст. преп. кафедры «Общая химия» Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

2) ст. преп. кафедры «Общая химия» Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

3) ст. преп. кафедры «Общая химия» Ташкентского государственного технического университета им. И. Каримова, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

**Аннотация:** В статье рассмотрены закономерности поглощения и набухания новых ионитов согласно классической теории. Полученные результаты позволяют, производит ионитов с оптимальными свойствами для очистки промышленных сточных вод.

**Ключевые слова:** ионит, набухание, теория, сорбция ионов, раствор, противоион, гидратация, свободная энергия, сточная вода.

## DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF IONITE PROPERTIES FOR PURIFICATION OF SEWAGE WATERS OF OIL AND GAS INDUSTRY

M. Ayupova<sup>1)</sup>, M. Arifjanova<sup>2)</sup>, G. Usmanova<sup>3)</sup>

1) Senior lecturer of the Department of General Chemistry of Tashkent State Technical University named after I.Karimov. Tashkent, Republic of Uzbekistan.

2) Senior lecturer of the Department of General Chemistry of Tashkent State Technical University named after I.Karimov. Tashkent, Republic of Uzbekistan.

3) Senior lecturer of the Department of General Chemistry of the Tashkent State Technical University named after I.Karimov. Tashkent, Republic of Uzbekistan.

**Abstract:** the regularities of absorption and swelling of new ionites according to the classical theory are considered in the article. The results obtained allow the production of ion exchangers with optimum properties for purification of industrial wastewater.

**Key words:** ion exchange, swelling, theory, ion sorption, solution, counterion, hydration, free energy, wastewater.

По уровню отрицательного воздействия на окружающую природную среду нефтедобывающее и нефтеперерабатывающее производство занимает одно из первых мест среди отраслей промышленности, и это обусловлено теми особенностями, что это производство загрязняет практически все сферы окружающей среды – атмосферу, гидросферу и литосферу. Для решения этой проблемы нами на протяжении многих лет проводятся большие исследования по разработке эффективных химических реагентов, флокулянтов, коагулянтов и ионитов для очистки промышленных сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий. При этом особое внимание необходимо уделять к селективности разрабатываемых ионитов.

Для объяснения селективности ионного обмена, как и многих других явлений, можно использовать самые различные подходы. Эмпирический подход состоит в накоплении достаточного количества фактов с последующим их обобщением. Эти обобщения в ряде случаев позволяют объяснить даже такие явления, которые сами по себе весьма трудны для понимания. В противоположность этому теоретический подход характеризуется стремлением объяснять факты исходя исключительно из свойств основных частиц (атомов, ионов и т. п.), в отношении которых достоверно или предположительно известно, что они участвуют в данном явлении. На практике, конечно, оба подхода обычно сочетаются и все попытки истолкования явлений ионообменной селективности, которые были когда-либо предложены, включают в себя в той или иной степени как эмпирические, так и теоретические элементы.

На основе проведенных аналитических и расчетных экспериментов установлено, что если однозарядный противоион покидает внешний разбавленный раствор и вступает в контакт с фиксированной группой ионита, этому процессу сопутствуют энергетические изменения двух типов.

1. Электростатическая энергия взаимодействия между фиксированной группой и ионом. Для простоты Грегори рассматривает и противоион, и фиксированную группу как неполяризуемые точечные заряды, каждый из которых находится в центре несжимаемой сферы.

2. Свободная энергия, необходимая для отщепления от фиксированной группы и противоиона (или для перегруппировки вокруг них) такого количества молекул воды, которое необходимо для обеспечения контакта (или тесного сближения) фиксированной группы и противоиона. Величины этой свободной энергии тесно связаны (если не точно пропорциональны) с величинами стандартной свободной энергии гидратации фиксированной группы и противоиона. Если соответствующие значения свободной энергии равны  $\Delta G_A$  и  $\Delta G_1$ , общая свободная энергия отщепления (или перегруппировки) молекул воды составляет  $\Delta G_A + \Delta G_1$ .

Вышеописанный процесс должен сочетаться с аналогичным, но противоположно направленным процессом, в ходе которого другой противоион покидает окружение фиксированной группы и переносится во внешний раствор.

На основе проведенных исследований полагаем, что при переходе ионов из раствора в фазу ионита их гидратные оболочки в значительной степени разрушаются. Поскольку этот процесс связан с затратой энергии, ионит преимущественно поглощает ионы с низкими значениями энергии гидратации. Мы приходим, таким образом, к выводу, что в настоящее время наиболее убедительными и достоверными являются теории Эйзенмана, причем, по-видимому, нет оснований считать, что эти теории не применимы при изучении анионообменной селективности.

Работа, Гарриса, Райса и сотрудников интересна с другой точки зрения. Независимо от того, насколько строго проведено в ней рассмотрение факторов, определяющих анионообменную селективность, эта работа ясно показывает, что явления селективности могут возникать исключительно за счет взаимодействий в фазе раствора. Безусловно, указанное противоречие является только кажущимся и полностью определяется условиями, обычно принимаемыми при рассмотрении коэффициентов активности. Согласно определению, коэффициенты активности  $f_A$  и  $f_B$  при бесконечном разбавлении раствора равны единице. Будучи весьма полезными, условия подобного рода всегда маскируют, однако, возможность взаимодействий в бесконечно разбавленном растворе между ионами А и В и их окружением, а также различие в интенсивности взаимодействий этих двух ионов. И об этом не следует забывать.

Таким образом, знание основных закономерностей синтеза, механизма образования ионитов для очистки ионов токсичных и тяжелых металлов, позволит специалистам, занимающимся проблемами водоочистки и водопотребления на крупных промышленных предприятиях, а также городов правильно решить проблем связанных с повышением качества потребляемой воды. Практически всегда очистка промышленных стоков – это комплекс методов. Наиболее широко использующиеся методы очистки - механическая очистка, нейтрализация, реагентная или биохимическая очистка, являются довольно дорогими, труднодоступными, во многих случаях требуют реагентов особой чистоты. В этом плане ионообменная очистка может применяться практически во всех комплексах очистных сооружений, в том числе и на станциях аэрации при очистке даже бытовых канализационных стоков.

## **ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ И ИХ РОЛЬ В РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**О.А. Бунина<sup>1)</sup>**

1) к.г.н., доц., начальник сектора инженерно-экологических изысканий Ставропольского филиала ООО «Газпром проектирование», buninaoa@scnirigaz.ru

**Аннотация:** Рассмотрена роль инженерных изысканий в формировании и реализации стратегии устойчивого развития территории Российской Федерации. Дан анализ текущей ситуации развития сферы, выделены проблемы на пути обеспечения налаженного обмена накопленными знаниями между различными фондами материалов. Показана важная роль объектов нефтегазовой отрасли в решении задач накопления сведений об окружающей среде.

**Ключевые слова:** инженерные изыскания, стратегия устойчивого развития территории, фонд материалов, защита окружающей среды, профессиональный стандарт

# ENGINEERING SURVEY FOR OIL AND GAS FACILITIES AND THEIR ROLE IN IMPLEMENTING THE STRATEGY OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

O.A. Bunina <sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, the chief of sector of environmental engineering surveys of the Stavropol branch of "Gazprom project" Ltd. buninaoa@scnipigaz.ru

**Abstract:** The role of engineering in development and implementation of the strategy of sustainable development of the territory of the Russian Federation. The analysis of the current situation of the development is given, challenges to ensure established exchange expertise among the various collections of materials are highlighted. It shows the importance of oil and gas facilities in the task of accumulating information about the environment.

**Key words:** engineering surveys, the strategy of sustainable development of the territory, Foundation materials, environmental protection, professional standard.

Выполнение инженерных изысканий ставит своей главной целью изучение природных условий и факторов техногенного воздействия в целях рационального и безопасного использования территорий.

Состояние и траектория взаимодействия природной и техногенной среды должны лежать в основе принятия решений о реализации того или иного строительного проекта, о введении ограничений на его качественные и количественные характеристики.

Если говорить о воплощении стратегии устойчивого развития, то одним из важнейших показателей уровня развития государства, его готовности решать задачи и проблемы сохранения жизни на Земле в планетарном масштабе, служит степень учета состояния различных сред в повседневной деятельности, сроки, объемы и качество их мониторинга. Такой контроль на региональном и муниципальном уровнях практически осуществляется усилиями специалистов изыскательского профиля. Отсюда можно утверждать, что отрасль изысканий выполняет функцию государственного надзора за устойчивым развитием территорий – более интеллектуального и объективного, чем контроль Ростехнадзора, а состояние фондов изысканий отражает уровень цивилизованности нашего государства.

Инженерные изыскания выполняются в соответствии с требованиями технических регламентов, а также на основе учета накопленных материалов и данных предыдущих инженерных изысканий, которые должны храниться в государственном фонде материалов и данных инженерных изысканий, а также в информационных системах обеспечения градостроительной деятельности. Учитывая постепенное накопление материалов длительного периода эксплуатации промышленных объектов, возрастает и число имеющихся сведений о предыдущих исследованиях условий окружающей среды в архиве (или отдельных службах, департаментах и т.п.) организации Заказчика, могущих и должных быть затребованными для включения их в анализ текущей ситуации.

И вот здесь кроется одна из ключевых проблем: обязанность предоставления материалов изысканий никак не регламентируется. На уровне взаимоотношений заказчика с исполнителем это выглядит соответственно фразе: «Захочу – дам, не захочу – не дам». Мало того, бытует мнение, что предоставление материалов предшествующих изысканий - это облегчение (отсутствие) текущей работы изыскателей, плагиат и подделка результатов. Справедливости ради следует признать подобные случаи у недобросовестных исполнителей инженерных изысканий. Но подавляющая масса изыскателей получает возможность подготовить более

продолженные, компетентные выводы и прогнозы, раз для их получения был использован широкий репрезентативный ряд сведений и характеристик.

Другая плоскость данной проблемы – отсутствие связи в цепочке: передал информацию в единый фонд материалов – получил согласно запросу на этот или другой объект при необходимости. Кто, на каком этапе и на основании какого норматива формирует фонд материалов и данных инженерных изысканий? Главгосэкспертиза? Заказчик? Сам изыскатель?

Существует Российский фонд геологической информации (Росгеолфонд), в котором собраны материалы выполнявшихся геологических исследований, геологоразведочных экспедиций. На этапе оформления лицензии на разработку полезных ископаемых предоставление данных материалов в фонд вменено в обязанность недропользователя. Подобная структура у геодезистов – Росреестр, куда предоставляются геодезические сведения, начиная с масштаба 1 : 500 в соответствии с нормативом. Регламент предоставления по запросу материалов Росреестра не отработан, а в случае потребности картографических материалов в масштабе от 1 : 2000, вообще невозможен, ввиду секретности подобных сведений.

При этом речь не идет о собрании собственно материалов инженерных изысканий.

Что касается инженерно-экологических изысканий, включенных в число обязательных видов проводимых изыскательских работ с 1996 г., то о собрании в едином центре всех материалов автору ничего не известно.

Вот и получается, что подобного общего центра не существует. Роль своеобразных хранилищ информации играют архивы изыскательских организаций, в первую очередь старейшие их образования – тресты инженерно-строительных изысканий (ТИСИЗ). Также, в каждом проектно-институте существует свой архив, куда, зачастую «мертвым грузом», попадают результаты выполненных инженерных изысканий.

Вместе с тем, именно инженерные изыскания способствуют включению в базу данных неизвестных ранее археологических памятников и других объектов исторического наследия. И здесь особая роль принадлежит нефтегазовой отрасли России. Именно она, обладая, с точки зрения охвата территории широкой и развитой производственной инфраструктурой, выступает важнейшей отраслью промышленности, по заказу которой осуществляется исследование природной среды. При этом наиболее жесткое соблюдение требований экологического законодательства также, согласно многолетним статистическим данным, присуще отраслям газовой и нефтяной промышленности.

Информация о состоянии природной и техногенной среды, процессах их взаимодействия доставляется в ходе инженерных изысканий и служит неременным условием устойчивого развития строительной отрасли и государства в целом.

Среди путей выхода из сложившейся ситуации в изыскательской отрасли России можно отметить совершенствование нормативно-технической базы в данной сфере, разработку стратегии развития отрасли, профессиональных стандартов, налаживание образовательного процесса по подготовке профильных специалистов и другие.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ НЕФТЕДОБЫЧИ В РОССИИ**

**Н.В. Волков<sup>1)</sup>, А.В. Паврозин<sup>2)</sup>**

1) студент кафедры МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, insaal@mail.ru

2) канд. пед. наук, доц. кафедры ОНД АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, pavrosin@mail.ru

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные экологические аспекты современной нефтедобычи в России.

**Ключевые слова:** нефтегазовая промышленность, тепловой эффект, экосистема, окружающая среда.

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF MODERN OIL PRODUCTION IN RUSSIA

N.V. Volkov<sup>1</sup>, A.V. Povrozin<sup>2</sup>

1) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, insaal@mail.ru

2) Cand.Sc.(Pedagogic), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, pavrosin@mail.ru

**Abstract:** the article covers the main environmental aspects of modern oil production in Russia.

**Key words:** oil and gas industry, thermal effect, ecosystem, environment.

До сих пор необходимость развития нефтегазовой промышленности не подвергалась сомнению. Однако следует обратить внимание на существование другой точки зрения, согласно которой объем добычи нефти и газа должны быть стабилизированы, а все усилия в нефтегазовом секторе направлены на решение существующих по сути экологических проблем.

Российская нефтегазовая промышленность получила в наследство от прошлых времен множество экологических проблем, к решению которых меры до сих пор не были приняты. На сегодняшний день топливно-энергетический сектор является безусловным "лидером" среди отраслей народного хозяйства по объему ущерба, нанесенного окружающей среде. Так, на долю топливно-энергетического сектора приходится 70% всех выбросов по стране, способствующих возникновению теплового эффекта. Согласно другим, не менее впечатляющим, показателям, одни только утечки нефти и газа, происходящие по причине устаревшего оборудования, ведут к поступлению в атмосферу 35 млн. тонн/год метана. Основная доля выбросов происходит в результате применения традиционных для России производственных практик, таких, например, как сжигание природного газа при добыче нефти. Интересно отметить, что в отдаленных нефтегазовых регионах страны "факелы" на месторождениях воспринимаются как нечто положительное, своего рода доказательство присутствия крупных залежей, в то время как в других странах по экологическим причинам подобное явление рассматривается как существенный недостаток. Эта проблема достаточно актуальна для России. Ежегодно на месторождениях сжигается более 3,5 млрд куб. м природного газа, в то время как эффективное использование сжигаемого газа откладывается на неопределенное время (установление необходимого оборудования и реконструкция уже имеющегося потребовали бы крупных инвестиций).

Большинство крупных месторождений на территории России расположено в далеких северных районах, для которых характерно медленное восстановление экосистем (Арктика, Сибирь, Дальний Восток). Высокая чувствительность окружающей среды в областях с нетронутой природой способствует возникновению дополнительных проблем. По некоторым данным, присутствие человека, связанное с освоением и разработкой месторождений, служит основной причиной ущерба почвенным экосистемам Заполярья. Вырубка лесов, строительные работы, установка бурового оборудования в северных районах ведут к смещению или полному

разрушению верхнего слоя торфа, который обеспечивает изоляцию вечной мерзлоты, что, в свою очередь, способствует нарушению теплового баланса и обратимым изменениям в экосистеме. По некоторым оценкам, площадь уничтоженной растительности в северо-западной части Сибири составляет 2500 кв. км, и это только территории нефтегазовых месторождений и по маршрутам основных трубопроводов. Кроме того, в северных территориях нефтеразливы имеют более сильные и длительные отрицательные последствия для окружающей среды: токсичные компоненты нефти сохраняются в почве в течение 30 лет по сравнению с 5 годами в обычных условиях.

В Сибири и на Дальнем Востоке сеть автомобильных и железных дорог и портов, сооруженных нефтегазовыми компаниями, широко используется предприятиями, занимающимися коммерческой вырубкой леса. Совокупность всех этих факторов превращает нефтегазовую промышленность в лидера (среди секторов, не связанных напрямую с переработкой древесины) по объему ущерба, нанесенного российской тайге. Следует подчеркнуть, что нефтяникам присуще следующее отношение к окружающей среде: природные ресурсы неисчерпаемы, природа предоставлена в распоряжение человека в качестве источника питания и материальных благ. Персонал, находящийся в течение длительного времени на месторождении, охотится на зверей и птиц для внесения разнообразия в свой ежедневный рацион, а начальство время от времени организует спортивную охоту при этом, используя все доступные средства передвижения: как машины, так и вертолеты компании. Подобное неконтролируемое явление способствует сокращению численности редких видов животных. Использование некоторых производственных практик так же оказывает отрицательное влияние на численность местных птиц и зверей. В России не существует строгих ограничений на уровень шума и силу света, что имеет определенные последствия для обитателей леса и не только. Наиболее чувствительными к звуковому воздействию являются морские млекопитающие. Миграции за пределы естественной среды обитания могут представлять серьезную угрозу для немногочисленных популяций.

Возвращаясь к основной теме – воздействию нефтегазовой промышленности на окружающую среду, нужно отметить, что для России характерно существование ряда специфических обстоятельств, среди которых не последнее место занимают применение устаревших производственных практик и отсутствие контроля за качеством операций в отдаленных районах. Таким образом, экологическая ситуация в России требует принятия экстренных мер. Однако для устранения существующего загрязнения, восстановления и модернизации оборудования на нефтегазовых месторождениях Россия нуждается в большом объеме финансовых средств.

#### **Список использованных источников**

1. Шарнова В.А., Горовенко Л.А. Анализ загрязнения воздуха продуктами сгорания от выхлопных газов//Развитие природоохранной системы и экологии города: материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. -. 2017. - С. 229-233.

2. Коврига Е.В., Сумская О.А. Экологическая культура – важнейшее условие выживания человечества // Актуальные проблемы современного социокультурного пространства: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар: Изд-во: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2017. – С. 455-460.

## ПРОБЛЕМА НЕКАЧЕСТВЕННОГО ТОПЛИВА

Д.А. Голиус<sup>1)</sup>, О.А. Сумская<sup>2)</sup>

1) студент кафедры МС АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, da-golius@ya.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МС АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, oalexal4@gmail.com

**Аннотация:** в данной статье рассмотрена проблема некачественного топлива, его влияние на детали и узлы двигателя автомобиля.

**Ключевые слова:** топливо, присадки, экологическая безопасность, датчик кислорода.

## THE PROBLEM OF POOR QUALITY FUEL

D.A. Golius<sup>1)</sup>, O.A. Sumskaia<sup>2)</sup>

1) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, da-golius@ya.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, oalexal4@gmail.com

**Abstract:** this article deals with the problem of low-quality fuel, its impact on parts and components of the car engine.

**Key words:** fuel, additives, environmental safety, the oxygen sensor.

На многих заправках в России реализовывают некачественное топливо, эта проблема поднимает большой общественный резонанс. По данным Департамента природопользования даже в Москве около 30 % заправок продают некачественное топливо. Так же известно, что примерно 100 000 владельцев авто сталкиваются с последствиями использования некондиционного топлива, исключением не стали и владельцы таких японских машин как Suzuki и Mitsubishi. По данным Департамента в остальных районах нашей страны ситуация ещё хуже.

Известно, что оборот некачественного бензина и дизеля в России составляет около 10 млн тонн. За последние 5 лет количество нарушений на российских заправках достигло самого низкого показателя, несмотря на это на каждой восьмой АЗС в нашей стране найдено контрафактное топливо. В газете «Коммерсантъ» от 2 марта 2017 года со ссылкой на презентацию, разработанную к заседанию рабочей группы по предотвращению нелегального оборота нефтепродуктов Росстандарта указана информация, что суррогатное топливо (т.е. с нарушением физико-химических свойств) было обнаружено на 12 % АЗС.

В 2016 году были проверены 1 536 заправок, были найдены различные нарушения на 18 % из них – это самый низкий показатель с 2011 года. А самым высоким был уровень в 42,5 % в 2015 году. В России в 2017 году было произведено около 38 млн тонн бензина и более 70 млн тонн дизельного топлива.

В большинстве случаев крупные нефтеперерабатывающие компании производят качественное топливо, ведь для производства контрафакта им необходимо было бы переналаживать оборудование. Кроме того, эти предприятия ведут свою деятельность под строгим надзором контролирующих органов. Порча топлива возникает и по пути к потребителю, помощью различных добавок низкооктанового сырья топливо доводят до уровня товарного бензина – это наиболее популярный способ контрафакции.

При использовании некачественного топлива возникает сильная детонация, которая разрушает детали двигателя и вызывает его сильный перегрев. А присадки оказывают отрицательное воздействие на двигатель и топливную систему автомобиля, некоторые из них опасны! 50 мг химикатов – ферроцентов, применяющихся из-за своей дешевизны, могут превратить 1 литр 92-го бензина в 95-й, и это в несколько раз уменьшает срок нормальной эксплуатации свечей зажигания. Эти химикаты так же наносят вред окружающей среде.

Большое количество присадок содержат избыток железа, которое оказывает негативное влияние на свечи зажигания. Из-за использования различных смолистых соединений могут возникнуть серьезные последствия, а именно закоксовка поршней и колец. Появление детонации – это самый популярный признак контрафактного топлива. В 80 % случаев это связано с неудачной заправкой, что связано с использованием низкооктанового бензина.

На втором месте по частоте проявления некачественного топлива находится досрочный износ свечей зажигания. Эта неисправность чаще всего наблюдается у американских и европейских автомобилях. Вот самые основные признаки, показывающие перебои в работе одного или нескольких цилиндров: неравномерная работа ДВС, резкие холостые рывки даже при движении с постоянной скоростью, плохой запуск и увеличенный расход топлива.

Если электроды свечей зажигания выглядят так, как будто их изъела ржавчина, а поверхность становится неровной и шершавой – это значит, что возникла детонационная эрозия из-за того, что двигатель долго эксплуатировался на суррогатном бензине.

Следующая неисправность, связанная с использованием некачественного топлива, – это отказ датчика кислорода. Он измеряет количество кислорода, содержащегося в отработавших газах. Даже при условии, что узлы экологической системы автомобиля смогут устоять перед негативным воздействием химических компонентов присадок, их высокое число содержания в отработавших газах может вызвать неправильную работу двигателя. Автомобиль может начать «захлёбываться» при резком наборе оборотов. При этом диагностика узлов, связанных с подачей топлива и системы зажигания, не поможет найти неисправность. Это связано с тем, что этот датчик кислорода отреагировал на содержание в выхлопных газах автомобиля посторонних составляющих, которые появляются из-за использования суррогатного топлива. При этом ЭБУ даёт сигнал снизить процент содержания бензина в смеси.

Выявить истинную причину такой неисправности можно при помощи компьютерной диагностики датчика кислорода. Если диагноз подтвердился, то необходимо обследовать этот датчик, ведь очень скоро он, скорее всего перестанет работать: чувствительная электронная составляющая зонда сильно реагирует на воздействие «чужих» веществ. Можно определить по внешним признакам, что датчик кислорода скоро выйдет из строя. В таком случае на чувствительной части зонда образуется толстый слой нагара.

#### **Список использованных источников**

1. Коврига Е.В., Сумская О.А. Природный газ – как экологичная альтернатива топлива для автомобилей // Актуальные проблемы современного социокультурного пространства: материалы Международной научно-практической конференции. -. Краснодар, 2017. - С. 448-451.

2. Коврига Е.В., Сумская О.А. Электромобили, как решение проблемы обеспечения экологичности окружающей среды // Политематический сетевой электронный научный

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

А.М. Квашина<sup>1</sup>), Л.А. Горovenko<sup>2</sup>)

1) студентка АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, alinka.kvashina@mail.ru

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой ОНД ААМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, lgorovenko@mail.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены методы экологического мониторинга объектов нефтяной и газовой отрасли. Влияние нефтегазовой промышленности на окружающую среду (ОС). Решение данной проблемы с помощью экологического мониторинга.

**Ключевые слова:** экологический мониторинг, окружающая среда, нефтяные и газовые объекты, прогноз, наблюдение, оценка, экологическая безопасность.

## ANALYSIS OF ECOLOGICAL MONITORING METHODS OF OIL AND GAS SECTORS OBJECTS

Alina M. Kvashina<sup>1</sup>), Lyubov A. Gorovenko<sup>2</sup>)

1) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, alinka.kvashina@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru

**Abstract:** methods of ecological monitoring of objects of oil and gas branch are considered in the article. The impact of the oil and gas industry on the environment are investigated. Solving this problem through environmental monitoring is given.

**Key words:** ecological monitoring, environment, oil and gas objects, forecast, observation, assessment, ecological safety

В настоящее время экстенсивная эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, т.е. количественного увеличения нефтегазовых объектов, наносит огромный ущерб ОС. Главным решением в обеспечении экологической безопасности производственной деятельности является экологический мониторинг.

Экологический мониторинг (ЭМ) представляет собой совокупность систем наблюдений за действиями антропогенных и природных факторов, их оценки и прогноза состояний (ОС). Целью мониторинга является экологическая безопасность и обеспечение управления природоохранной деятельностью. Общая структура мониторинга нефтяной и газовой отрасли показано на схеме (рисунок 1).

Нефтегазовая промышленность на протяжении всего производственного цикла оказывает отрицательное воздействие на ОС, поэтому следует проводить исследования с целью нахождения экологически целесообразного освоения и использования участков недр. Экологический мониторинг для нефтяных и газовых объектов включает в себя: сбор и накопление информации об основных компонентах ОС и составления прогноза их дальнейшего изменения во времени. Он предусматривает специальную систему контроля, наблюдения, оценки, краткосрочного прогноза, связанных с влиянием

техногенных процессов при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений. Его ведение основывается на долгосрочной программе наблюдений и мониторинга, включающих режимную сеть. Она представляет собой специально пробуренные скважины, на которых расположены наблюдательные посты, следящие за изменением метеоусловий, отбором контрольных проб воздуха и др. Таким образом, для слежения за ОС на нефтяных и газовых объектах используют комплексный экологический мониторинг.



Рис. 1. Общая структура экологического мониторинга объекта добычи нефти и газа

Для нефтегазовой промышленности, а именно для скважины, месторождения или промысла, характерен локальный мониторинг или локальный прогноз. Методы, используемые для локального мониторинга делятся на: дистанционные, наземные и прогнозные.

К дистанционным методам относятся гидроакустические съемки рельефа морского дна, сейсмо-, электромагниторазведку и др. Наземный метод включает мониторинг загрязнения атмосферного воздуха, биологический, радиационный, мониторинг поверхностных и подземных вод, почвенный, инженерно-экологический. Прогнозный метод представляет комплекс дистанционного и наземного мониторингов. Его цель заключается в комплексном анализе, моделировании и прогнозов воздействия на ОС.

Разработчик нефтяных и газовых объектов в конце каждого года должен предоставлять информацию об экологическом состоянии ОС в соответствующие органы. Все данные и пробы, накопленные в результате исследований и наблюдений, являются основанием для оценки эффективности экологического мониторинга, прогнозирования техногенных изменений и, следовательно, корректировки программы предстоящих исследований и мероприятий по улучшению экологической ситуации.

## Список использованных источников

1. Стаценко И.Е., Коврига Е.В. Проблемы экологии человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 135-139.

2. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - Армавир, 2017. - С. 149-152.

## СПЕЦИФИКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Е.В. Коврига<sup>1)</sup>, Л.А. Горovenko<sup>2)</sup>, И.Е. Буцыленко<sup>3)</sup>

1) канд. хим. наук, доц. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, kovriga2005@yandex.ru

2) канд. техн. наук, доц. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, lgorovenko@mail.ru

3) студентка АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия.

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные проблемы, связанные со спецификой экологического сопровождения проектирования разработки нефтяных месторождений.

**Ключевые слова:** экологическое сопровождение, нефтяное месторождение, производственный проект, технологическая схема, нефтеотдача пласта.

## THE SPECIFICITY OF ENVIRONMENTAL SUPPORT OF OIL FIELDS DEVELOPMENT DESIGN

E.V. Kovriga<sup>1)</sup>, L.A. Gorovenko<sup>2)</sup>, I.E. Bucilenko<sup>3)</sup>

1) Cand.Sc.(Chemistry), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, kovriga2005@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru

3) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

**Abstract:** the article considers the main issues associated with specificity of environmental support of oil field development design.

**Key words:** environmental support, oil field, production project, technological scheme, the recovery

Система разработки месторождений – это комплекс мероприятий по добыче нефти и газа из недр, а также управлению этим процессом. Системное проектирование определяет количество производственных объектов, методы воздействия на формирование и темпы добычи нефти, размещение и интервалы добычи и закачки

скважин, методы и режимы эксплуатации, меры по контролю и регулированию процесса разработки, сохранения ресурсов и окружающей среды.

Под реализацией объекта понимается продуктивный пласт, часть пласта или группа пластов, которая посвящена развитию автономных сетей скважин. Пласты, объединенные в один объект разработки, должны обладать близкими литологическими и пластовыми свойствами пород, физико-химическими свойствами и составом их насыщающих флюидов, а также начальными значениями для данного пластового давления.

В технологическом проектировании документы, регулирующие осуществление опытно-промышленной деятельности нефтегазовых компаний в промышленном нефтегазовом комплексе, включают в себя проекты опытно-промышленного производства, технологическую схему опытно-промышленного освоения, план разработки, разработку проектов, актуализированную разработку проектов, анализ разработок.

Технологические проектные документы являются основой для подготовки технико-экономического обоснования проектов технико-экономического обоснования, проектов строительства и реконструкции объектов нефтегазодобычи и технических проектов строительства скважин, схем разработки и размещения объектов нефтегазовой отрасли региона, разработки перспективных прогнозов добычи нефти и газа, буровой деятельности и инвестиций, региональных программ охраны окружающей среды и других мероприятий [1].

Основная цель пилотного производственного проекта – актуализация существующей и получение дополнительной информации для добычи углеводородных компонентов, содержащихся в недрах, построение адресной геологической модели, обоснование режима работы залежей, выделение эксплуатационного объекта и оценка перспектив освоения месторождений углеводородов.

Технологическая схема опытно-промышленной разработки залежей или участков предусматривает испытания нового оборудования и технологий в конкретных геолого-физических условиях месторождения с учетом экономической эффективности и разработка геологической модели. На данном этапе должны быть обоснованы меры по охране недр и разработаны меры безопасности окружающей среды при работе с агентами влияния, с учетом всех активов и экологических ограничений [2].

Технологическая схема проекта является основным документом, определяющим принципы экономической эффективности, воздействия на пласты и систему промышленной разработки. Этот документ определяет доиндустриальную систему разработки эксплуатационного объекта месторождения нефти, основанную на данных его разведки и опытной эксплуатации. В проекте так же рассматриваются вопросы специальной охраны недр и окружающей среды при бурении и эксплуатации скважин, применения технологий нефтеотдачи пластов и утилизации сопутствующих веществ, охраны труда и техники безопасности, соблюдения санитарно-гигиенических требований и др. Под руководством реализацией проектов и технологических схем разработки проверяется выполнение проектных мероприятий по охране недр и операционных систем, связанных с эксплуатацией данного месторождения [3].

Таким образом, при подготовке проектной документации на разработку нефтяных месторождений необходимо решить следующие вопросы: должен производиться расчет валовых выбросов вредных веществ в атмосферу и планироваться мероприятия по мониторингу ее состояния.

## Список использованных источников

1. Иноземцев С.А., Паврозин А.В. Экологические проблемы энергетического развития цивилизации// Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - Армавир, 2017. - С. 173-176.

2. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 149-152.

3. Коврига Е.В., Сумская О.А. Экологическая культура – важнейшее условие выживания человечества // Актуальные проблемы современного социокультурного пространства: материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар: Изд-во КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2017. – С. 455-460.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В АРКТИКЕ Е.В. Коврига<sup>1)</sup>, Н.Д. Карпов<sup>2)</sup>

1) канд. хим. наук, доц. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, kovriga2005@yandex.ru

2) студент АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия

**Аннотация:** В статье рассматриваются проблемы добычи нефти в Арктике, связанные с возможным разливом нефти в окружающую среду.

**Ключевые слова:** экологические проблемы, концерн «Шелл», разлив нефти, диспергент, экологическая культура.

## ENVIRONMENTAL RISKS OF THE OIL INDUSTRY IN THE ARCTIC E.V. Kovriga<sup>1)</sup>, N.D. Karpov<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.(Chemistry), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, kovriga2005@yandex.ru

2) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

**Abstract:** the article deals with the problems of oil production in the Arctic, associated with a possible oil spill into the environment.

**Key words:** environmental problems, shell, oil spill, dispersant, ecological culture.

Проблема спасения экологии Арктики, в связи с планами по ее экономическому освоению, приобретает особое значение.

Освоение Арктики – ключевое направление деятельности концерна «Шелл» в глобальном масштабе. Основными трудностями здесь выступает специфика арктических условий: необходимость содействия коренным народам, обеспечения биологического разнообразия с учетом климата, ледовой обстановки, сезонных факторов. В этой связи следует подчеркнуть, что основную экологическую угрозу со стороны нефтяной промышленности несет сфера потребления (37%), транспорт (13%), а непосредственно добыча нефти – лишь 3%. Наибольший ущерб (47%) причиняет естественное просачивание нефтепродуктов. Полностью и во всех случаях экологического ущерба при работе нефтяников в Арктике избежать невозможно, и

потому, помимо разработки новых технических средств, «Шелл» считает особо важным наличие ресурсов и резервных мощностей для ликвидации аварий.

Представитель «Шелл» указала, что важнейшим принципом работы в Арктике является избежание разливов нефти в окружающую среду и способность устранять их последствия в случае аварии. По утверждению представителя компании, они располагают необходимым набором средств и экспертных знаний, которые позволяют удалить аварийный разлив или смягчить его последствия. Международные независимые исследования показали, что «Шелл» располагает эффективными методами устранения разливов в Арктике, в том числе и в покрытых льдом водах, когда и если таковые произойдут.

Нельзя забывать, что Север имеет не только негативную специфику. Преимущества арктических условий: уменьшение скорости и площади распространения, поскольку дрейфу пятна может препятствовать наличие льда и/или снега. Имеет место уменьшение скорости испарения, снижение скорости эмульгирования в плотных льдах [1]. Уборку вмерзшей в лед нефти можно проводить во время весеннего таяния. Припай защищает побережье от морских разливов. В плотных льдах имеет место расширение «окна возможностей» для ликвидации разливов.

Дополнительные проблемы связаны с трудностями доступа к разлитой нефти, особенно под подвижными льдами, – низкая эффективность механической уборки, быстрое вмерзание нефти под лед в нарастающий ледяной покров и сложности обнаружения нефтяного пятна.

Компания полагает, что наилучшим способом ликвидации разливов нефти в Арктике является использование диспергентов: в разреженных льдах нефть дольше сохраняет свои исходные свойства, и поэтому более диспергируема, чем в открытой воде [2].

Вместе с тем большинством известных компаний методы ликвидации разливов нефти в Арктике использовались в форме условного эксперимента и нуждаются в более детальной проверке с применением реальных средств и мощностей.

При крупнейшей аварии в Мексиканском заливе работы проводились в идеальных условиях, однако успехи механической сборки оказались скромными: собрано 35 %, сожжено 5 %, диспергировано 8 %. Испарилось, растворилось или диспергировалось естественными способами 41 %, осталось загрязнять море и побережье США 25 %. При разливе Godafoss в 50 км от Осло с норвежской стороны сразу подошли два буксира, судно – уборщик разлившейся нефти и два судна береговой охраны. Со стороны Швеции – три уборщика нефти, оснащенных современным оборудованием. Работы велись самым активным образом, использованы все ресурсы Норвегии и Швеции. Из 110 м<sup>3</sup> разлившегося мазута 60 м<sup>3</sup> удалось собрать при помощи судов-нефтеборщиков. Оставшихся 50 м<sup>3</sup> хватило, чтобы загрязнить 50 км побережья южной Норвегии и воды морских парков указанных стран-соседей. С точки зрения Андрея Хаустова, первого заместителя руководителя ФБУ «Госморспасслужба России», в связи с активизацией в настоящее время нефтепоисковых работ на Арктическом шельфе и побережье представляется необходимым системное совершенствование планирования мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти с учетом суммарной экологической выгоды [3].

К сожалению, в российской Арктике пока не созданы структуры государственного уровня, могущие взять на себя ответственность за освоение шельфов Ледовитого океана и, в первую очередь, за предотвращение и эффективную ликвидацию возможных аварий с разливами нефти во льдах.

Подводя итоги, можно сказать, что в настоящее время мировые и в большей степени российские технологии морской добычи пока не обеспечивают должной

экологической безопасности при работе в морских льдах, а общая экологическая культура работников нефтяной отрасли еще недостаточна [4].

#### Список использованных источников

1. Подавалов Ю.А. Экология нефтегазового производства. - М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с. .
2. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 149-152.
3. Губайдуллин Н.М., Ишмаков Р.М. Экономия, экология и безопасность при работе с нефтепродуктами. – М.: 2006. – 272 с.
4. Коврига Е.В., Сумская О.А. Экологическая культура – важнейшее условие выживания человечества // В сб.: «Актуальные проблемы современного социокультурного пространства» Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар: Изд-во КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2017. – С. 455-460.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАСПИЯ

Е.В. Коврига<sup>1)</sup>, А.Т. Куприченко<sup>2)</sup>

1) канд. хим. наук, доц. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, kovriga2005@yandex.ru

2) студентка АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, ekuprichenko@mail.ru

**Аннотация:** В статье рассматривается одна из главных угроз экологическому благополучию Каспийского моря, связанная с разработкой месторождений углеводородов на каспийском шельфе.

**Ключевые слова:** экологические проблемы, месторождения углеводородов, буровые работы, нефтедобыча.

#### ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CASPIAN SEA

E.V. Kovriga<sup>1)</sup>, A.T. Kuprichenko<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.(Chemistry), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, kovriga2005@yandex.ru

2) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, ekuprichenko@mail.ru

**Abstract:** the article presents one of the main threats to the ecological wellbeing of the Caspian Sea coming from the development of hydrocarbon fields on the Caspian shelf.

**Key words:** environmental issues, hydrocarbon deposits, drilling operations, oil production.

Одной из главных угроз экологическому благополучию Каспийского моря эксперты называют разработку месторождений углеводородов на каспийском шельфе. Еще в 1974 году, то есть более сорока лет назад Северный Каспий с дельтами рек Волги и Урала был объявлен заповедной зоной, по закону здесь разрешалось только развитие рыбной отрасли и водного транспорта. Расцвет рыболовства на Каспии тогда казался реальностью. Здесь были запрещены геолого- и сейсморазведочные работы, был особый режим сбора воды и судоходства. Сейчас принятый когда-то порядок

существенно нарушен. После распада Советского Союза каждая из стран, входящих в каспийский регион, принялась делить Каспий на национальные сектора и привлекать на эти территории иностранного инвестора.

Подписанное в июле прошлого года президентами России и Казахстана Соглашение о разграничении дна северной части Каспийского моря в целях осуществления суверенных прав на пользование его недрами резко повысило интерес к проблемам Каспия. В печати появилось много публикаций, освещающих различные аспекты этих проблем, в том числе политико-правовой, нефтяной, трубопроводный и экологический.

Исходя из Государственной программы нефтяного освоения Каспийского моря, принятой в Казахстане в 2003 году, только в казахстанском секторе предполагалось разведать и освоить 25-29 морских блоков. В числе покупателей или потенциальных инвесторов значатся индийские, южно-корейские и китайские фирмы. К сожалению, у них, в общем-то, нет достаточного опыта в проведении подобного рода работ.

В гонке за нефтяными барышами компании, почему-то упускают такой важный момент, как отсутствие юридического статуса у Каспия. Географический статус Каспийского моря – это озеро, бессточный водоем, но он не обеспечивает легитимности проведения нефтяных операций на Каспии и тем более, не позволяет делить акваторию Каспийского моря на национальные сектора [1].

В 2016 году Казахстан начал разработку Кашаганского месторождения, в настоящее время его разработка выходит на промышленные объемы. Кашаган наиболее опасен непредсказуемыми последствиями в случае непредвиденного нефтяного разлива, аварий на скважине или разрыва нефтепровода. Кроме того, без решения проблемы с сероводородом, которым богата кашаганская нефть. В случае аварии на скважинах Кашагана и моментального отравления среды и территорий, возникнет угроза для жизни и здоровья жителей близлежащих городов, а в дальнейшем и территории других стран региона. Поэтому ни о какой нефтедобычи на Кашагане не может быть и речи, пока не будут разработаны и приняты международные Конвенции по Каспию.

На сегодняшний день практически весь участок Северо-Восточного Каспия уже представляет техногенную зону, без проработанной системы природоохранных программ и планов, без гарантий обеспечения безопасности окружающей среды и элементарной профилактики техногенных катастроф и нефтяных разливов в данном регионе.

То, что морская нефтедобыча сопряжена с большими рисками и угрозами говорят известные факты: к примеру, по подсчетам экологов, даже при нормальном режиме добычи нефти, каждая буровая установка выбрасывает в водную среду от 30 до 120 тонн «черного золота», 150-400 тонн бурового шлама, от 200 до 1000 тонн буровых выработок [2, 3]. Кроме того, прокладка внутрипромысловых и выкидных нефтепроводов влечет за собой изъятие огромного количества грунта и ила, что ведет к уничтожению нерестовых площадей, путей миграции ихтиофауны, гибели донных обитателей, практически являющихся кормовой базой для многих представителей трофической цепи Каспийского моря [4].

В заключение хотелось бы отметить, что если события на Каспии будут развиваться в том же неконтролируемом и никак не управляемом режиме, очень скоро мы потеряем море как жизненно важный водоем, окончательно и бесповоротно. Но потерять Каспий – значит, потерять неотъемлемую часть нашей планеты. Только объединенные усилия могут спасти Каспий от разрушения, и только объединенные усилия смогут вернуть морю его изначальный уникальный статус.

На данный момент страны Каспийской пятерки – Россия, Казахстан, Азербайджан, Туркменистан и Иран фактически согласовали проект конвенции по правовому статусу Каспийского моря. Подписание ожидается в 1-м полугодии 2018 г., об этом глава МИД РФ С. Лавров заявил 5 декабря 2017 г. по итогам 7-го заседания министров иностранных дел прикаспийских стран в г. Москве. Будем надеяться, что это приведет к улучшению экологической обстановки Каспийского моря.

#### **Список использованных источников**

1. Губайдуллин Н.М., Ишмаков Р.М. Экономия, экология и безопасность при работе с нефтепродуктами. – М., 2006. – 272 с.
2. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 149-152.
3. Подавалов Ю.А. Экология нефтегазового производства. - М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.
4. Коврига Е.В., Сумская О.А. Экологическая культура – важнейшее условие выживания человечества // В сб.: «Актуальные проблемы современного социокультурного пространства». Материалы Международной научно-практической конференции. – Краснодар: Изд-во КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2017. – С. 455-460.

#### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ НЕФТЯНЫХ РАЗЛИВОВ**

**Е.В. Коврига<sup>1)</sup>, А.В. Паврозин<sup>2)</sup>, А.М. Квашина<sup>3)</sup>**

1) канд. хим. наук, доц. Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, kovriga2005@yandex.ru

2) канд. пед. наук, доц. Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, pavrosin@mail.ru

3) студентка Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, alinka.kvashina@mail.ru

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные экологические последствия разливов нефти.

**Ключевые слова:** экологические последствия, нефтеперерабатывающая промышленность, авария, убытки.

#### **ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF OIL SPILLS**

**E.V. Kovriga<sup>1)</sup>, A.V. Pavrosin<sup>2)</sup>, A.M. Kvashina<sup>3)</sup>**

1) Cand.Sc.(Chemistry), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, kovriga2005@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Pedagogic), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pavrosin@mail.ru

3) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, alinka.kvashina@mail.ru

**Abstract:** the article considers the main environmental consequences of the bottling of the oil.

**Key words:** environmental impact, oil industry, accident, loss.

Экологические последствия нефтяных разливов трудно учитываются, поскольку загрязнение нефтью уничтожает много природных процессов и взаимосвязей, по существу изменяет условия жизни всех видов вовлечённых в экосистему организмов. Это приводит к очень быстрому покрытию поверхности вод плёнкой, которая препятствует доступу воздуха и света.

Американское Управление по охране окружающей среды следующим образом описывает такой процесс. Через 10 мин. после утечки 1000 кг нефти в воде образуется плёнка толщиной 1 см. Затем толщина плёнки уменьшается до значения меньше чем 1 мм. 1 т нефти способна покрыть область до 12 км<sup>2</sup>. Потом плёнка обычно дрейфует по направлению ветра, постепенно распадаясь на меньшие области. Международная Ассоциация нефтедобывающей промышленности по сохранению окружающей среды (ИРЕСА) определяет, что во время подобных разливов рыбы, животные и растения не погибают в один момент. Но долгосрочные перспективы чрезвычайно губительны для обитателей прибрежных зон, которых коснулось это бедствие.

Более других достаётся в такой ситуации водоплавающим птицам. Внешнее загрязнение нефтью разрушает оперение, спутывает перья, вызывает раздражение кожи и глаз. Перья перестают выполнять водо- и термозащитные функции. Огромное количество птиц гибнет.

Разливы нефти приводят к смерти морских млекопитающих. Чаще других погибают морские выдры, морские котики, белые медведи. мех, загрязнённый нефтью, начинает спутываться и теряет способность сохранить теплоту, к тому же нефть усиливает расход теплоты. Попавшая в организм нефть провоцирует желудочно-кишечные кровотечения, почечную недостаточность, интоксикацию печени, нарушение кровяного давления. Нефтяные пары вызывают проблемы дыхания у млекопитающих, которые оказываются в непосредственной близости с большими разливами нефти.

Рыбы при разливе нефти страдают от загрязнённой пищи, особенно во время движения икры. Гибель рыбы – обычное сопровождение нефтяных загрязнений воды. Сырая нефть и минеральная нефть отличаются в своем влиянии на различные виды рыб. Концентрация  $\approx 0,5$  миллиона долей % нефти в воде способна привести к смерти форели. Самыми чувствительными к нефтяному влиянию являются личинки и молодь рыбы, так как разливы разрушают икру рыб и личинок, которые находятся на поверхности воды, и молодь – в неглубоких водах.

Влияние нефти на организмы беспозвоночных может продолжаться от недели до 10 лет. Это зависит от вида нефти и особенностей разлива. Беспозвоночные погибают чаще в прибрежной зоне. Колонии беспозвоночных в больших объемах воды возвращаются к прежнему (до разлива) состоянию быстрее, чем те, которые находятся в небольших объемах воды.

Растения водоемов погибают, если концентрация полиароматических углеводородов (образующихся в процессе сгорания нефти) достигает 1 %.

Нефтяная и минеральная нефть вызывают изменения почвенных покровов и в целом искажают структуру биоценозов. Бактерии почвы, а также беспозвоночные почвенные микроорганизмы и животные не могут качественно выполнять свои функции в результате отравления легкими фракциями нефти.

Подобные аварии причиняют вред не только флоре и фауне. Они наносят серьезные убытки местным рыбаками, гостиницам и ресторанами. Кроме того, страдают другие отрасли экономики, особенно те предприятия, чья деятельность требует затрат водных ресурсов в значительном количестве. В случае, если нефтяное наводнение происходит в пресном водоеме последствия еще более ощутимы, например, муниципальным службам непросто очистить воду, прибывающую в системы водоснабжения и используемую в сельском хозяйстве.

Убытки от крупномасштабных разливов нефти подсчитать довольно трудно. Необходимо учитывать тип вылитой нефти, перенесенные экосистемой изменения, погоду, состояние океана и морские течения, сезон, степень развитости местного рыболовства и туризма и много других факторов.

### **Список использованных источников**

1. Подавалов Ю.А. Экология нефтегазового производства. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.

2. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 149-152.

3. Стаценко И.Е., Коврига Е.В. Проблемы экологии человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 135-139.

4. Коврига Е.В., Горovenko Л.А. Вопросы воспитания экологической культуры в России // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 293-296.

### **ВЛИЯНИЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Е.В. Коврига<sup>1)</sup>, Д.О. Палехин<sup>2)</sup>**

1) канд. хим. наук, доц. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, kovriga2005@yandex.ru

2) студент АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия.

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные проблемы, связанные с загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами.

**Ключевые слова:** экологические проблемы, нефть, нефтепродукты, легкие фракции нефти, тяжелые фракции нефти, сернистые соединения, деградация.

### **EFFECTS OF OIL AND OIL PRODUCTS ON THE ENVIRONMENT**

**E.V. Kovriga<sup>1)</sup>, D.O. Palekhin<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Chemistry), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, kovriga2005@yandex.ru

2) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia.

**Abstract:** the article concentrates on the main problems related to environmental pollution with oil and oil products.

**Key words:** environmental issues, oil, petroleum products, light oil fractions, heavy oil fractions, sulfur compounds, degradation

Окружающую среду в основном загрязняют непосредственно сама сырая нефть, а так же топлива, масла, нефтяные битумы, сажа. Наиболее распространены первые две группы подвижных нефтепродуктов. Влияние сырой нефти на природу определяется токсичностью ее основных компонентов [1].

В состав нефти всегда включены легкие и тяжелые фракции. Легкие фракции, представленные метановыми, циклическими углеводородами. Наиболее токсичные из них – ароматические углеводороды. Наиболее быстрое влияние оказывает бензол. С ПАУ связаны отдаленные последствия, включая канцерогенные, так же опасны и сернистые соединения, присутствующие в нефти, в особенности сероводород и меркаптаны [2].

Наиболее активное испарение легких фракций нефти происходит в пустынях и степях, т.к. тяжелые фракции там подвергаются ускоренной минерализации. Исследования загрязненных нефтью почв Азербайджана показали, что уже примерно через год в почве сохранилось всего около 30 % остаточной нефти, наиболее прочно связанной с почвой.

В нефтедобывающих районах отрицательные экологические процессы связаны не только с влиянием компонентов нефти, но и с влиянием высокоминерализованных вод, которые сопутствуют нефти. Эти воды высоко минерализованы и по составу являются хлоридно-натриевые и хлоридно-кальциевые. Выделяют рассолы, которые содержат солей более 100 г/л и соленые воды, в которых солей 10-50 г/л. В них так же присутствуют галогены (Cl, Br, I), а также B, Sr, Ba.

Ежедневно в воздух выбрасывается большое количество веществ разных классов опасности. Из них наиболее опасен 3,4 бенз(а)пирен, повышение его содержания в окружающей среде влечет за собой тяжелые экологические последствия. Опасные для живых организмов количества 3,4 бенз(а)пирена присутствуют в почвах нефтедобывающих районах России в ранние сроки после загрязнения.

Нефть и нефтепродукты так же оказывают влияние и на природные воды. Несмотря на слабую растворимость в воде, небольшого количества нефти достаточно, чтобы резко ухудшилось качество воды. Чаще всего нефтяные компоненты образуют с водой эмульсию, которую довольно трудно разрушить. Чаще всего нефть плавает на поверхности воды в виде пленки, которая обволакивая взвешенные частицы, оседает с ними на дно. Практически всегда поверхностные воды в районах нефтедобычи загрязнены минеральными солями, органическими загрязняющими веществами, в частности различными ПАУ [3].

Одновременно с загрязнением поверхностных вод меняется, так же и состав почвенно-грунтовых вод, при этом содержание отдельных веществ может повышаться на 1-2 порядка. Основными солями в этих водах являются хлориды, обнаруживаются и органические поллютанты, в том числе ПАУ.

В течении около 3-4 лет загрязнение может затрагивать пласты подземных вод питьевого назначения, их минерализация под влиянием загрязнения может повышаться на 1-2 порядка. В некоторых нефтедобывающих районах Татарстана и Башкортостана сильное загрязнение подземных вод отмечается по всей глубине геологического разреза.

Следствием загрязнения окружающей среды нефтью является деградация растительного покрова. Тяжелые нефти и нефтепродукты обволакивают корни растений, это снижает поступление влаги и приводит к гибели растения. Так как эти вещества малодоступны микроорганизмам, то процесс их деструкции идет очень медленно, а иногда десятки лет.

Под влиянием углеводородов отмечается гибель неустойчивых видов растений, из-за этого происходит обеднение видового состава растительности, формирование ее специфических ассоциаций вдоль технических объектов, а так же изменение нормального развития водных организмов. В связи с этим отмечается олуговение, формирование болотной растительности, появление галофитных ассоциаций. При этом изменяется химический состав растений, а в них происходит накопление органических и неорганических загрязняющих веществ, в результате растения погибают.

Как видно из выше сказанного, нефть и нефтепродукты оказывают серьезное влияние на окружающую среду. Вследствие этого, проблема загрязнения почв в Российской Федерации в настоящее время, стоит как никогда остро. Для поиска путей разрешения всех ее аспектов необходима концентрация усилий всех заинтересованных организаций: правительственных, научных и производственных [4].

### **Список использованных источников**

1. Губайдуллин Н.М., Ишмаков Р.М. Экономия, экология и безопасность при работе с нефтепродуктами. – М., 2006. – 272 с.
2. Иноземцев С.А., Паврозин А.В. Экологические проблемы энергетического развития цивилизации // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - Армавир, 2017. - С. 173-176.
3. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 149-152.
4. Коврига Е.В., Горovenko Л.А. Вопросы воспитания экологической культуры в России // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - 2017. - С. 293-296.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**Н.А. Кузьмина<sup>1)</sup>, Л.А. Горovenko<sup>2)</sup>**

1) студентка АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, n.kuzmina98@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, oalex14@gmail.com

**Аннотация:** В статье рассмотрены особенности проектно-изыскательских работ при строительстве объектов нефтегазовой отрасли. Описаны этапы строительства и их основные характеристики, а также мероприятия по экологическому и производственному контролю.

**Ключевые слова:** нефтяные и газовые объекты, строительство нефтегазовых объектов, экологический мониторинг, окружающая среда, прогноз, наблюдение, оценка, экологическая безопасность.

## ENVIRONMENTAL SURVEYING DURING THE CONSTRUCTION OF THE OIL AND GAS FACILITIES

N.A. Kuzmina<sup>1)</sup>, L.A. Gorovenko<sup>2)</sup>

1) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, n.kuzmina98@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru

**Abstract:** the article covers the features of design and survey works during the construction of oil and gas facilities. The construction stages and their main characteristics are describes, as well as the environmental and production control .

**Key words:** oil and gas facilities, oil and gas projects, environmental monitoring, environment, forecast, monitoring, evaluation, and environmental safety.

На сегодняшний день нефтегазовый комплекс играет главную роль в экономике Российской Федерации. Поэтому довольно актуальным является строительство нефтяных скважин. С каждым годом объем добычи черного золота увеличивается. В прошлом году Россия заняла третью позицию в мировом рейтинге по производству нефти, уступив место лишь США и Саудовской Аравии.

Строительство объектов нефтегазовой отрасли предваряют проектно-изыскательские работы. На первом этапе проводятся геодезические, геологические, гидрометеорологические, экологические и геотехнические обследования территории застройки. На втором этапе осуществляется разработка сметной, проектной и рабочей документации. Составляются проекты всех объектов во взаимосвязи, предусматривая даже малейшие нюансы, так как от тщательности и качества работ по проектированию целиком и полностью зависит безопасность эксплуатации возведённых конструкций.

Непосредственно строительство нефтегазовых объектов состоит из нескольких этапов: общестроительные работы; электромонтажные работы; механомонтажные работы; монтаж инженерных сетей; работы по антикоррозийной защите; проведение пуско-наладочных работ.

Предприятие-исполнитель работ по строительству должно располагать современным парком строительной техники, автомашин и высокоэффективным оборудованием. Кроме этого, очень важно грамотно определить, какие материалы и технологии будут использоваться при производстве строительных работ, а также уровень квалификации работников предприятия.

Кроме факторов воздействия на объект геологического происхождения, немаловажное значение имеет воздействие на него природных явлений и состояние окружающей среды. Для объективной оценки экологии местности, составления прогноза воздействия строительства на экологию района, а также воздействия природной среды на сооружение проводится экологические изыскания.

При экологических изысканиях изучается: состояние грунта, состояние воды, атмосферный воздух, физические воздействия.

Строительство промышленных предприятий, линейных объектов сопряжено с прямой угрозой для состояния окружающей среды. Прогноз возможных рисков,

разработка мероприятий для сведения к минимуму вредного влияния объекта и есть основная цель проведения изысканий в этих случаях. Экологические изыскания входят в состав ПЭК.

Процедура производственного контроля проводится согласно санитарным правилам СП 1.1.1058-01: «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

Производственный контроль включает: наличие официально изданных санитарных правил, методов и методик контроля факторов среды обитания в соответствии с осуществляемой деятельностью; осуществление лабораторных исследований и испытаний; организацию медицинских осмотров, профессиональной гигиенической подготовки и аттестации должностных лиц и работников организаций; контроль над наличием сертификатов, санитарно-эпидемиологических заключений, личных медицинских книжек и др.; обоснование безопасности для человека и окружающей среды новых видов продукции и технологии ее производства; ведение учета и отчетности, установленной действующим законодательством по вопросам, связанным с осуществлением производственного контроля; своевременное информирование населения; визуальный контроль специально уполномоченными должностными лицами.

При составлении плана производственного контроля учитывается наличие на объекте вредных факторов, вероятность их негативного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, а также рассматриваются результаты лабораторных исследований и испытаний. Лабораторные исследования и испытания осуществляются юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем самостоятельно либо с привлечением лаборатории, аккредитованной в установленном порядке.

#### **Список использованных источников**

1. Коврига Е.В., Горовенко Л.А. Нормативы по защите окружающей среды: учеб. пособие. – Армавир: РИО АГПУ, 2017. – 124 с.
2. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 149-152.
3. Коврига Е.В., Горовенко Л.А. Вопросы воспитания экологической культуры в России // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 293-296.

#### **ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ПЛАСТОВЫХ ВОД КАК ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ**

**Г.В. Кусов<sup>1)</sup>, Барамбонье Соланж<sup>2)</sup>, О.В. Савенок<sup>3)</sup>**

1) аспирант ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Россия, г. Ставрополь, de\_france@mail.ru

2) студентка 2 курса направления подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, barambone91@mail.ru

3) д-р техн. наук, проф. кафедры нефтегазового дела им. проф. Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Краснодар, olgasavenok@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрена характеристика сточных пластовых вод как отходов нефтедобывающей отрасли. Показано, что загрязнённость сточных вод нефтепромыслов зависит от состава и количества пластовых вод.

**Ключевые слова:** сточные воды, пластовые воды, загрязнённость сточных вод, приёмистость нагнетательных скважин, стабильность химического состава, закачка сточных вод.

## CHARACTERISTIC OF SEWAGE PLASTIC WATER AS WASTE OF OIL-EXTRACTING INDUSTRY

Gennady V.Kusov <sup>1)</sup>, Barambonye Solange <sup>2)</sup>, Olga V.Savenok <sup>3)</sup>

1) postgraduate student of North-Caucasian Federal University, Russia, Stavropol, de\_france@mail.ru

2) 2nd-year student of department code 21.04.01 «Oil and Gas Engineering» Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Russia, Krasnodar, barambone91@mail.ru

3) Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Oil and Gas Engineering named after the professor G.T. Vartumyan Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Russia, Krasnodar, olgasavenok@mail.ru

**Abstract:** in the article the characteristic of waste water as a waste of the oil-extracting industry is considered. It is shown that the contamination of wastewater from oilfields depends on the composition and quantity of formation water.

**Key words:** wastewater, formation water, sewage contamination, injectivity of injection wells, chemical stability, injection of waste water.

Количество сточных вод нефтепромыслов в значительной мере определяется количеством пластовых вод и, следовательно, зависит от обводнённости сырой нефти к рассчитываемому сроку. Усреднённый расход сточных вод на 1 тонну добываемой нефти без учёта пластовых вод составляет 0,3 м<sup>3</sup>, в том числе 0,24 м<sup>3</sup> от установок подготовки нефти. При средней обводнённости сырой нефти 30 % при наличии на промыслах установок для обезвоживания и обессоливания общее количество загрязнённых сточных вод от месторождения дебитом 3 млн. тонн нефти в год составляет примерно 10 тыс. м<sup>3</sup> в сутки.

Около 700 млн. тонн пластовых вод откачивается из коллекторов вместе с нефтью. Количество сточных вод от отдельных объектов на нефтепромыслах составляет, м<sup>3</sup>/сут.: скважина (промывка) – 200; установка термохимического обезвоживания нефти на 1 млн тонн/год – 150-250; центральные пункты подготовки нефти (обезвоживание, обессоливание и стабилизация): на 1 млн тонн/год – 425, на 3 млн тонн/год – 1000, на 9 млн тонн/год – 2700; компрессорная на четыре рабочих агрегата (при водообороте) – 100-250; резервуары для промывки объёмом до 10 тыс. м<sup>3</sup> – 36, до 30 тыс. м<sup>3</sup> – 72; дизельная установка на 100 л.с. – 15-20; трубная база – 100; механическая мастерская – 10.

Загрязнённость сточных вод нефтепромыслов зависит от состава и количества пластовых вод и характера деэмульгаторов, применяемых на установках подготовки нефти.

Установлено, что для того чтобы не снижалась приёмистость нагнетательных скважин, закачиваемые воды должны быть свободны от водорослей и микроорганизмов, ржавчины и солевых компонентов, способных в пластовых условиях давать нерастворимые соли. Закачка сточных пластовых вод, содержащих нефть,

приводит к снижению проницаемости призабойной зоны за счёт накопления нефти в порах пород скважины, что затрудняет продвижение самой воды. Таким образом, перед закачкой сточных пластовых вод их необходимо отчищать от нефти и взвешенных частиц. Учитывая тот факт, что на существующих участках закачиваемые воды в настоящее время достаточно полно отчищаются от различных нерастворимых примесей, главной проблемой является доочистка сточных вод от нефти, содержание которой превышает допустимый уровень.

К пластовым сточным водам, подлежащим закачке в продуктивные пласты, предъявляются следующие требования:

- 1) стабильность химического состава закачиваемой воды;
- 2) повышенная нефтewымывающая способность;
- 3) вода не должна вызывать быстрого снижения приёмистости нагнетательных скважин;
- 4) не должна быть коррозионно-активной;
- 5) затраты на очистки и подготовку воды должны быть минимальными.

Если рассматривать стабильность химического состава закачиваемых вод, что это значит, что в подготовленной для нагнетания воде при хранении и перекачке не должны образовываться твёрдые взвешенные частицы за счёт химических реакций. Большинство пластовых сточных вод имеет низкую стабильность, что связано со значительным содержанием в них ионов бикарбонатов  $\text{HCO}_3^-$  и солей закисного железа в форме бикарбоната  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ .

Если пластовая сточная вода контактирует с кислородом воздуха, то происходит реакция вида  $4\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{CO}_2$ , в результате которой образуются осадок гидрата окиси железа, приводящий к снижению приёмистости нагнетательных скважин, и весьма коррозионно-агрессивный углекислый газ.

#### **Список использованных источников**

1. Савенок О.В., Поварова Л.В., Приходько М.Г. Факторы, обуславливающие экологическую опасность нефтедобычи // Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции с элементами научной школы для молодёжи «Экологические проблемы нефтедобычи - 2014» (21-23 октября 2014 года, г. Уфа). – Уфа: Изд-во «РИЦ УГНТУ», 2014. – С. 28-32.
2. О возможности использования низкоминерализованной воды для повышения нефтеотдачи месторождений Краснодарского края /Д.Г. Антониади [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М.: Горная книга, 2014. – № 8. – С. 331-339.
3. О возможности использования электрокоагуляции для деминерализации возвратных пластовых вод нефтяных месторождений Краснодарского края / Д.Г. Антониади [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М.: Горная книга, 2014. – № 8. – С. 340-345.
4. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учеб. пособие для студентов вузов/ А.И. Булатов [и др.]. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕДОБЫЧИ**

**В.С. Кушеева<sup>1</sup>, С.В. Остах<sup>2</sup>**

1) студент кафедры промышленной экологии РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, violettochka\_k@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры промышленной экологии РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, ostah2009@yandex.ru

**Аннотация:** в статье обобщены основные факторы негативного воздействия, сопряженные с техногенными залежами на объектах нефтедобычи и перечислены основные уязвимые природные объекты. Выявлен наиболее перспективный алгоритмизированный технологический подход к ликвидации вторичного загрязнения окружающей среды и утилизации техногенных залежей в качестве вторичного материально ресурса.

**Ключевые слова:** нефть, техногенная залежь, восстановление нарушенных земель, защита окружающей среды, нефтедобыча.

## ECOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF TECHNOGENIC DEPOSIT'EXTRACTION AND UTILIZATION ON OIL PRODUCTION FACILITIES

Violetta S. Kusheeva<sup>1</sup>), Sergei V. Ostakh<sup>2</sup>)

1) the student of the Department of Industrial Ecology, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russia, Moscow, violettochka\_k@mail.ru, +79258845065;

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Industrial Ecology, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russia, Moscow, ostah2009@yandex.ru, +79268807214.

**Abstract:** the article summarizes the main factors of negative impact associated with technogenic deposits on oil production facilities and lists the main attackable natural objects. The most promising algorithmized technological approach to eliminating secondary environment pollution and utilization of technogenic deposits as a secondary material resource has been identified.

**Key words:** oil, man-made deposit, restoration of disturbed lands, protection of the environment, oil production.

Недостаточная изученность рисков для окружающей среды относительно возможного отрицательного воздействия при различных технологических подходах для разработки нефтегазовых скважин создает угрозу формирования критических значений поражающих факторов, обусловленных прежде всего неконтролируемым распространением нефтяных флюидов, преимущественно содержащих углеводороды и соли, миграцией их в водные объекты и в глубокие почвенные горизонты, и как следствие поступление их в экосистемы.

Попадая в природную среду углеводороды из-за высокой миграционной способности загрязняют территории, во много раз превышающие площади первоначального сброса. В таком случае, к уязвимым объектам относятся, в первую очередь, водозаборы подземных вод, поверхностные водотоки и водоемы, почвы, подземные сооружения [1,2].

Старые разработанные месторождения могут быть представлены одной или несколькими рисковыми зонами. При этом незаконсервированные бесхозные или некачественно заглушенные скважины и шламовые амбары являются причиной вторичного загрязнения, изменения или нарушения ландшафта прилегающих территорий, образования болотистой местности, нефтяных линз, межскважинных перетоков и т.п.

Совокупность факторов, характеризующих условия формирования загрязнения, территориальная специфика процесса миграции нефтяного флюида и продуктов его преобразования, непосредственно определяют потенциальные риски, связанные с

достижением загрязняющих веществ уязвимых компонентов ландшафта либо значимых объектов природопользования [3].

В настоящее время отсутствуют методические основы и технические решения реализации ресурсосберегающего технологического подхода комплексного извлечения и утилизации техногенных залежей на объектах нефтедобычи.

Целью настоящей работы является разработка оптимальных схем использования технологий и технических решений при обнаружении и ликвидации глубинного нефтяного загрязнения, направленных на повышение технического и экологического уровня объектов нефтедобычи, а также минимизацию затрат, которые предусмотрены экологическими платежами, и снижение стоимости планируемых реабилитационных мероприятий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработка критериев оценки динамики и последствий загрязнения геологической среды углеводородами на основе экспериментальных и прогнозномодельных показателей исследования нефтехимических опасных воздействий на экосистемы и объекты природопользования.

2. Обоснование технологических схем и апробация технических решений применения наилучших доступных технологий [3] в составе комплексной защиты уязвимых объектов.

3. Разработка технологических схем и альтернативных технологических решений для реабилитации нефтезагрязненных территорий, прилегающих к объектам нефтедобычи.

Для минимизации негативного воздействия техногенных углеводородных потоков на окружающую среду выявлены наиболее перспективные автоматизированные технологии, основанные на последовательной алгоритмической комбинации физико-механических и биологических методов.

Предложено осуществлять собственно очистку сточных вод в механико-биологической установке с задействованием ее для приготовления суспензий биопрепаратов.

Для проведения биологической очистки загрязненных объектов применима технологическая схема для повышения активности местной углеводород-окисляющей микрофлоры, а также введение в загрязненный объект предварительно выращенной активной биомассы бактерий в виде биологических препаратов.

Технологии рекомендуются к использованию как самостоятельный способ обращения с нефтесодержащими отходами или как предварительный этап перед термическим и физико-химическим обезвреживанием, биологической рекультивацией.

Помимо существующей экологической опасности, техногенные потоки и залежи представляют определенный коммерческий интерес в качестве вторичного материального ресурса. При этом выявлены возможности использования извлеченных углеводородов для утилизации в качестве компонента сырья нефтеперерабатывающих заводов, печного топлива, альтернативного энергетического ресурса для установок термического обезвреживания отходов, топлива для дизельгенераторов и парогенераторов.

Реализация апробируемых научно-методических основ и технических решений позволит достичь улучшения региональных целевых показателей состояния окружающей среды, а также уменьшить возможные объемы и границы распространения углеводородов с естественной и искусственной деградацией.

#### **Список использованных источников**

1. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И. Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами углеводородами: метод и опыт составления // Почвоведение. – 2007. - №1. – С. 80-92.

2. ГОСТ Р 57447-2017 Наилучшие доступные технологии. Рекультивация земель и земельных участков, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Основные положения.

3. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М: Изд-во МГУ, 1993. – 208 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

Н.Н. Литовник<sup>1)</sup>, Л.А. Горовенко<sup>2)</sup>

1) студентка Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия litovniknadia@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, lgorovenko@mail.ru

**Аннотация:** В данной работе представлены экологические риски при добыче нефти и газа. Предложены методы для улучшения нынешней экологической ситуации в нефтедобывающем промысле. Приведены цели природоохранной деятельности.

**Ключевые слова:** нефть, газ, экологические риски, окружающая среда, загрязнение атмосферы, нефтегазодобыча, жидкие и твёрдые отходы.

## ENVIRONMENTAL RISKS IN OIL AND GAS PRODUCTION

N.N. Litovnik<sup>1)</sup>, L.A. Gorovenko<sup>2)</sup>

1) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, litovniknadia@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru

**Abstract:** this paper presents environmental risks during the extraction of oil and gas. Methods for improving of the current environmental situation in the oil industry are proposed. Aims of environmental protection are given.

**Key words:** oil, gas, environmental risks, the environment, air pollution, oil and gas production, liquid and solid waste.

Анализ работы нефтяных компаний, позволяет сделать вывод о том, какой огромный ущерб приносит эта деятельность. Добыча нефти и газа влечёт за собой выбросы в атмосферу, морскую среду и т.д.

Почти все стадии и операции разведки и добычи углеводородов проводятся наряду с выбросами жидких и твёрдых отходов. Твёрдые, в виде отработанных буровых растворов и шлама, сбрасываются выбуренной в скважине горной породой, их объёмы могут быть до 5000 м<sup>3</sup> на одну скважину. Жидкие – составляют токсичные примеси, которые нужны для оптимальной работы бурового оборудования, тяжёлые

металлы остаются от выработки горных пород, вместе с тем имеются глинистые взвеси, увеличивающие мутность воды в местах сброса. Опасным является применение буровых растворов на основе нефти. Отходы, содержащие в себе этот раствор, считаются основным источником загрязнения при буровых работах. Значительное загрязнение приносит сброс пластовых вод, которые поступают из скважин. Своим составом они выделяются не только большим содержанием нефтяных углеводородов и тяжёлых металлов, но и также не обычной минерализацией. Это может оказаться поводом нарушения гидрохимического режима в зоне сброса пластовых вод.

Разработка нефтегазовых месторождений, как и транспортировка сырья, влечёт за собой аварийные разливы нефти или других химических веществ. Неполноценность оборудования, оплошность персонала и экстремальные природные условия являются основными причинами аварий. Все эти выбросы могут обрести более сложный характер, если это совершается рядом с берегами или районами с замедленным водообменом.

Одним из частых поводов сбросов этих веществ являются сжигание попутного газа и излишних объёмов углеводорода в процессе опробования и эксплуатации скважин. По некоторым данным, примерно 30 % всех сжигаемых углеводородов выбрасывается в атмосферу, далее выпадают в морскую поверхность, создавая неустойчивые тонкие плёнки вокруг буровых платформ.

Различные работы при добыче нефти и газа могут образовывать глубокие преобразования земной коры – до 10-12 тыс.м. Во время добычи происходят широкомасштабные и значительные воздействия на пласты. Тяжесть от массы пород лежащих выше изначально поддерживается за счёт напряжений в породном скелете пластов и давления пластового флюида на стенки пор. Если пластовое давление снизится, произойдёт перераспределение нагрузки – уменьшится давление на стенки пор и, соответственно, повысятся напряжения в породном скелете пласта.

Примерно через 10-20 лет обнаруживается уровень проседания земной поверхности над нефтяными и газовыми месторождениями, случается это при резком падении пластового давления в продуктивных пластах-коллекторах.

Отрицательное влияние на недра в ходе разработки месторождения отражается при бурении большого числа эксплуатационных скважин. В не замедленном темпе уменьшается пластовое давление в залежах коры, происходят изменения в рельефе.

Уменьшить экологические риски, значит:

- уберечь природу и недра земли от катастрофических событий и нежелательных явлений;
- сохранить здоровье и жизни людей во многих странах и регионах;
- экономить деньги, поддерживать стабильный уровень добычи нефти и газа и достойно развивать бизнес.

Для предотвращения хотя бы малой части всех негативных проявлений работы нефтегазовой промышленности необходимо соблюдать некоторые правила:

- проводить оценку воздействия нефтегазовой деятельности на окружающую природную среду независимыми экспертами и на регулярной основе.
- обязательно организовывать общественные обсуждения плана предотвращения и ликвидации аварийных разливов нефти (утечек газа) для объектов.
- обеспечить внедрение наилучших технологий и высоких экологических стандартов, направленных на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду: сокращение выбросов в атмосферу и минимизацию количества химических отходов, попадающих в морскую среду при эксплуатации нефтегазовых месторождений.

#### **Список использованных источников**

1. Запивалов Н.П. Нефтегазоносность акваторий мира: учеб. пособие. - Новосибирск: НГУ, 2009.- 260 с.

2. Основные показатели работы нефтяной и газовой отраслей топливно энергетического комплекса России за январь-декабрь 2009 г.// Нефтяное хозяйство. - 2010. - С. 128 -224.

3. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - Армавир, 2017. - С. 149-152.

4. Стаценко И.Е., Коврига Е.В. Проблемы экологии человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - Армавир, 2017. - С. 135-139.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА**

**О.П. Ольховик<sup>1)</sup>, В.С. Стадник<sup>2)</sup>**

1) к.в.н., преп. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, olhovik\_1980@mail.ru

2) студентка АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, stadnik.ler@mail.ru

**Аннотация:** в статье изложены экологические проблемы влияния нефтяной промышленности в России, описано, насколько пагубной является нефтяная промышленность для окружающей среды; рассмотрены основные пути уменьшения её пагубного воздействия.

**Ключевые слова:** нефть, нефтеперерабатывающая промышленность, загрязнение, токсичность, окружающая среда (ОС).

## **ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN OIL AND GAS COMPLEX**

**P.O. Olkhovik<sup>1)</sup>, V.S. Stadnik<sup>2)</sup>**

) Cand.Sc.(Veterinary), Lecturer of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, olhovik\_1980@mail.ru

2) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, stadnik.ler@mail.ru

**Abstract:** the article reports the environmental problems coming from the oil industry in Russia, explains how harmful is in the oil industry for the environment; the main ways of reducing its harmful effects are described.

**Key words:** oil industry, refinery, pollution, toxicity, environment.

Значительно воздействие объектов нефтедобычи на ОС, они лидируют по наносимому ущербу во многих регионах РФ. В процессе извлечения и подготовки нефти к транспортировке в ОС, кроме нефти, попадают высокоактивные пластовые воды, нефтяной попутный газ, химические реагенты, которые используются в бурении скважин и при интенсификации извлечения углеводородов [1]. Исходя из вышеизложенного, можно выделить основные экологические проблемы нефтегазового комплекса: загрязнение атмосферы, почвы и земельных угодий нефтеперерабатывающими заводами, загрязнение водной среды, почвы, аварии на скважинах и нефтепроводах [1, 2].

В течении всей истории своего существования нефтегазовый комплекс был и остается крупнейшим загрязнителем атмосферы в мире. Он вырабатывает около 30% загрязняющих веществ, выбрасываемых все промышленностью. При этом, вклад

нефтегазового комплекса в загрязнение воздуха в течение крайних десятилетий возрастает. За период с 2011г. по 2016 г. он вырос почти в 1,7 раза [1]. Нефтедобыча обеспечивает две трети атмосферных выбросов от всего нефтегазового комплекса. Функционирование нефтедобывающих компаний наносит значительный вред окружающей природной среде [3]. Каждый год в России сжигается на месторождениях нефти (по разным оценкам) от 7 до 3,5 млрд м<sup>3</sup> природного газа, и это наносит огромный ущерб всей окружающей природной среде.

Все нефтеперерабатывающие предприятия остаются крупнейшими источниками загрязнения окружающей среды. При этом, НПЗ наращивая объемы производства, постепенно сокращают объемы вредных выбросов. В 2017 году примерно на треть по сравнению с 2015 годом. В процессе реконструкции производства становятся менее опасными для окружающей среды по сравнению с предыдущими. В год более 600 тыс. тонн загрязняющих веществ НПЗ поставляют атмосфере. Примерно половина выбросов (58 %) приходится на летучие органические соединения. Так же 20,8 % выбросов составляет диоксид серы. Значительный вклад вносят углеводороды (10 %) и оксид углерода (6 %).

В процессе водопользования нефтегазовый комплекс, при исключении из него химических и нефтехимических производств, наносит не самый значительный ущерб. Суммарный вклад предприятий нефтегазодобычи и нефтепереработки составляет порядка 2,6 % и стремится к снижению. Тем не менее, контроль со стороны природоохранных организаций в данной области не ослабевает.

Россия теряет ежегодно нефть в результате утечек и аварий примерно 5 % от объема добычи, что при 360 млн тоннах составит 18 млн. тонн. В комитете по экологии в Государственной думе были обсуждены и вынесены на парламентские слушания по экологической безопасности в нефтегазовой промышленности сведения о ежегодных потерях в объеме 17-20 млн тонн. По их оценке наиболее загрязнена территория нефтедобычи в Западной Сибири. В соответствии с информацией обнародованной экспертами голландской независимой консалтинговой компании IWACO, в Западной Сибири по состоянию на 2016 г. нефтью загрязнено от 700 тыс. до 840 тыс. га земель, что почти в 7 раз превышает территорию Москвы. В соответствии с информацией Госгортехнадзор имеет место 40 тыс. аварий. По неофициальным данным, на землю выливается до 2 млн. т нефти в Ханты-Мансийском округе ежегодно. Все большее количество месторождений разрабатывается в сложных горно-геологических условиях, что создает предпосылки к возникновению аварий с серьезными экологическими последствиями [1, 4, 5].

Все больше обостряются проблемы повышения эффективности транспорта нефти, обновления технологий обслуживания и ремонта трубопроводов, обеспечения их надежности и экологической безопасности в условиях объективного "старения" и разрушения в силу влияния активных внешних сред и разнообразных внутренних физико-химических процессов [4].

Для существенного уменьшения отрицательного воздействия на окружающую среду нефтегазодобывающим комплексом активно разрабатываются и внедряются новые природосберегающие технологии. Применяется безамбарное бурение, позволяющее существенно снизить объемы отходов, возникающих в процессе производства. Заводами осваиваются технологии антикоррозийного покрытия трубопроводов. Находят применение гибкие трубопроводы из армированного пластика, срок эксплуатации которых практически не ограничен. Начинают применяться технологии, связанные с эффективной очисткой загрязненных поверхностей с применением бакпрепаратов и различных промывочных жидкостей. Для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу выполняются работы по применению

газа, ранее сжигавшегося в факелах, для производства бензина и выработки электроэнергии.

### Список использованных источников

1. Барабанщиков Д. А., Сердюкова А. Ф. Экологические проблемы нефтяной промышленности России // Молодой ученый. – 2016. – № 26. – С. 727-731.
2. Чибилёв А. А., Мячина К. В. Геоэкологические последствия нефтегазодобычи в Оренбургской области. – ИСтепи УрО РАН, 2007.
3. Коврига Е.В., Горовенко Л.А. Вопросы воспитания экологической культуры в России // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей, 2017. – С. 293-296.
4. Hebert, M. B.; Scott, L. M.; Zrake, S. J. A radiological characterization of remediated tank battery sites. Health Physics, 68(3): 406-410, 2015.
5. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей, 2017. – С. 149-152.

### СПЕЦИФИКА РЕАБИЛИТАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ЗЕМЕЛЬ В РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ

С.В. Остак<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры промышленной экологии РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, ostah2009@yandex.ru

**Аннотация:** В работе обобщены экологические и технологические аспекты рекультивации и реабилитации нарушенных и нефтезагрязненных земель с повышенным содержанием природных радионуклидов. Предложен системно-интегральный подход картирования таких загрязнений.

**Ключевые слова:** нефть, восстановление нарушенных земель, защита окружающей среды, природный радионуклид.

### THE SPECIFICS OF THE REHABILITATION OF CONTAMINATED LAND WITH RADIONUCLIDE- IN THE AREAS OF OIL AND GAS PRODUCTION

Sergei V. Ostakh<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Industrial Ecology, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russia, Moscow, ostah2009@yandex.ru

**Abstract:** the work summarized ecological and technological aspects of recultivation and rehabilitation of lands and soil disturbed and oil contaminated with high concentrations of natural radionuclides. The systemically-integrated approach of mapping of these contaminants is proposed.

**Key words:** oil, restoration of disturbed lands, protection of the environment, natural radionuclide.

Использование современных технологий в процессе добычи, транспортировки, хранения и переработки нефти, и даже строгое соблюдение при этом требований безопасности, не гарантирует отсутствие образования трудно растворимых соединений с природными радионуклидами (далее - ПРН) и распространения.

К числу объектов вероятного радиоактивного загрязнения ПРН ( $Ra^{226}$ ,  $Th^{232}$  и  $K^{40}$ ) относится сырая нефть, производственные отходы (пластовые воды, вмещающие породы, шламовые продукты), а также насосно-компрессорные трубы, емкостное и технологическое оборудование, арматура, резервуары с радиобаритными отложениями.

Достоверные сведения о фактическом наличии фонового и повышенного содержания ПРН отсутствуют и в результате этого остаются не выявленными добывающими предприятиями отходов с повышенным содержанием ПРН на значительных промысловых территориях [1].

При этом необходимо следует учитывать целый ряд усугубляющих факторов:

- непрерывное и слабоконтролируемое распространение ПРН по технологической цепочке оборудования и образование вторичных источников излучения в виде отложений в оборудовании, загрязненного грунта, нефтешлама, донных осадков в шламонакопителях, прудах отстойниках, илосборниках;
- непостоянство удельной активности ПРН в различных в нефтесодержащих средах;
- относительно низкая удельная активность распределенных ПРН в сочетании с масштабами загрязнения земель и верхнего почвенного горизонта.

Многие годы не рекультивируются радиоактивные загрязнения земель в районах нефтегазодобычи, что приводит к непрерывному воздействию на окружающую среду с образованием на поверхности аномалий иммобилизованного поля радиоактивности.

Особую актуальность приобретает внедрение экологически и промышленно безопасных, конкурентноспособных и коммерчески выгодных технологий в области реабилитации нефтезагрязненных земель с повышенным содержанием ПРН [2].

Анализ результативности внедрения наилучших доступных технологий и результатов патентных исследований свидетельствует, что реабилитация таких земель, может быть выполнена следующими методами: физическими, химическими, физико-химическими и биологическими, а также их возможными комбинациями [3].

Недостатками известных методов реабилитации загрязненных радионуклидами и углеводородами почв являются:

- 1) несоответствие экологическим нормам и требованиям при удалении верхнего почвенного плодородного горизонта, в котором основном сосредоточены радионуклиды;
- 2) высокую зависимость эффективности от типа почвы и ее свойств;
- 3) интенсификация миграции ПРН вниз по почвенному профилю с вероятным их попаданием в грунтовые воды;
- 4) образование большого количества нефтесодержащих отходов, подлежащих специальному хранению и захоронению;
- 5) значительный срок окупаемости финансовых затрат.

Кардинальным образом решить проблему реабилитации загрязненных радионуклидами земель в районах нефтегазодобычи возможно дезактивацией слоя почвы толщиной до 0,2 м с сохранением свойств верхнего гумусового горизонта и, как следствие, сохранение корнеобитаемого слоя и плодородия почв.

Очистка почвы от ПРН может обеспечиваться повышением эффективности его фиксации за пределами корнеобитаемой зоны растений и предотвращение поступления их в грунтовые воды и в поверхностный сток воды.

Применение гумино-минерального концентрата в сочетании с минерально-ионитовыми смесями и торфом с использованием сорбентов обеспечивает детоксикацию почв и земель, загрязненных тяжелыми металлами и радионуклидами, за счет необратимого связывания их ионов и предотвращения миграции.

После рекультивации почвы загрязненной нефтепродуктами или ПРН, необходимым количеством готового продукта, с детоксицированного участка отбираются пробы и проводится геопривязанный количественный химический анализ.

Технический результат достигается тем, что в способе рекультивации почвы, загрязненной нефтью и нефтепродуктами, включающем внесение в почву многокомпонентной смеси с последующим рыхлением.

Картирование загрязнений целесообразно проводить с применением подходов вычислительной геометрии на основе интерпретации данных аэрогамма-спектрометрии в геологоструктурных исследованиях и динамической инфракрасной термографии.

Дистанционный экологический и полевой площадный мониторинг с использованием аэрогамма-спектрометрии и радиационно-экологические обследования позволяют оконтурить загрязненные радионуклидами земли.

Изложенный системно-интегральный подход применим для прогнозирования техногенных опасностей, динамики загрязнений радионуклидами земель, а также тестирования технологий их реабилитации.

#### **Список использованных источников**

1. Лисаченко Э.П., Стамат И.П., Зельдин А.Л. Выброс природных радионуклидов в окружающую среду в результате деятельности предприятий неядерных отраслей// Радиационная гигиена. - 2012. – Т. 5. № 4. - С. 50 – 56.

2. Инжиниринговая интерактивная система по обезвреживанию нефтесодержащих отходов, загрязненных природными радионуклидами/ С.В. Мещеряков [и др.]// Безопасность труда в промышленности.- 2017. –№ 9.- С. 46–51.

3. Остах С.В., Рогожин Д.И. Стратегия индустриализации обращения с нефтесодержащими отходами, загрязненными природными радионуклидами// Экологический вестник России. - 2017. - № 8. - С. 28–32.

#### **ГЕОМИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ФЕНОЛСОДЕРЖАЩИХ СРЕД**

##### **В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**С.В. Остах<sup>1)</sup>, О.С. Остах<sup>2)</sup>, Н.Ю. Ольховикова<sup>3)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры промышленной экологии РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, ostah2009@yandex.ru

2) ассист. кафедры промышленной экологии РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, Mironova\_Ok@mail.ru

3) магистрант кафедры промышленной экологии РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва, olynatas@mail.ru

**Аннотация:** Описана методика геомикробиологической диагностики фенолсодержащих сред в нефтегазовой отрасли. Рассмотрены возможности использования методики самостоятельного или в комбинации с другими вариантами предотвращения и минимизации последствий нефтехимических опасных воздействий.

**Ключевые слова:** фенол, деструктор, диагностика, штамм микроорганизмов

#### **GEOMICROBIOLOGICAL DIAGNOSIS OF PHENOL-CONTAINING SUBSTANCES**

##### **IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**Sergei V. Ostakh<sup>1)</sup>, O.S. Ostah<sup>2)</sup>, N. Yu. Olkhovikova<sup>3)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Industrial Ecology, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russia, Moscow, ostah2009@yandex.ru

2) Assistant Professor of the Department of Industrial Ecology, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russia, Moscow, ostah2009@yandex.ru, Mironova\_Ok@mail.ru,

3) The student in the master`s programme of the Department of Industrial Ecology, Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Russia, Moscow, olynatas@mail.ru

**Abstract:** the technique of the geomicrobiological diagnosis phenol-containing environments in oil and gas industry is described. The possibility of using the techniques alone or in combination with other options to prevent and minimize the consequences of petrochemical hazardous exposures are presented.

**Key words:** phenol, destructor, diagnosis, strain of microorganisms

Фенол, попадающий в окружающую среду, является одним из наиболее распространенных загрязнителей. Производственные процессы нефтеперерабатывающей отрасли, угольной промышленности и железнодорожного транспорта традиционно связаны с образованием значительных объемов сточных вод и отходов, где характерными загрязнителями выступают нефтепродукты и фенолы [1]. Наиболее уязвимым компонентом окружающей природной среды являются почвы и подземные воды.

В качестве биологических средств детоксикации почв, одновременно загрязненных нефтью и фенолом, могут быть использованы штаммы бактерий-деструкторов [2], а также выделенные аборигенные образцы и биопрепараты, стимулирующие почвообразование.

Апробируемая авторами методика геомикробиологической диагностики фенолсодержащих сред в нефтегазовой отрасли ставит целью положить основу развитию настоящей методической базы.

Микробиологическая съемка позволяет выявлять в почве микроорганизмы, питающиеся углеводородами, а также аномалии в их распространении.

Значительной способностью к окислению широкого круга углеводов и их производных обладает штамм бактерий *Pseudomonassp.* Сущность микробиологических исследований основана на способности микроорганизмов ускорять разложение отдельных производных углеводов, восстанавливать продуктивность рекультивируемых почв, а также размножаться в фенолсодержащей среде [3]. Помимо окислительной активности, вегетативные клетки штамма *Pseudomonassp.* ИБ 1.1 обладают нитрогеназной и ростстимулирующей активностью, а также способны работать в условиях пониженных положительных температур. Поэтому штамм *Pseudomonassp.* ИБ 1.1 был принят за эталон нефте- и фенолдеструкторов.

Геомикробиологическая диагностика обладает высокой степенью достоверности и может рассматриваться в качестве самостоятельной методики или в комбинации другими вариантами предотвращения и минимизации последствий опасных воздействий. При описании и сравнении биопрепаратов и составляющих их штаммов микроорганизмов за эталон сравнения берется штамм микроорганизмов *Pseudomonassp.* ИБ 1.1. По отношению к нему проводится сравнительный анализ по следующим критериям: технологические показатели и ограничения, экологичность использования, экономические показатели.

Технологические ограничения, то есть возможность работы в конкретных условиях, для каждого случая прорабатываются индивидуально. Общие технологические показатели используются для оценки сложности процесса и метода использования биопрепаратов.

Экологичность использования выражается в возможном вредном воздействии на окружающую среду, а также на персонал, задействованный в реализации технологии.

Потребность в дополнительных материалах и ресурсах и увеличение расхода препарата в дальнейшем может вызвать удорожание всего процесса, что повлияет на экономические показатели применения технологии биообработки загрязненных сред.

Апробируемая и разрабатываемая авторами методика геомикробиологической диагностики фенолсодержащих сред в нефтегазовой отрасли предполагает совместное использование методов георадиолокации, вертикального электрического зондирования, газогеохимических и микробиологических исследований. При этом совместная

интерпретация получаемых показателей существенно повышает реализуемость рекомендаций и эффективность комплекса исследований.

Реализация указанной методики предполагает учет геоморфологических особенностей местности, почвенных и ландшафтных условий, антропогенных и техногенных факторов, температуры и наличие радионуклидов и прочих факторов.

Результатом всех исследований и их камеральной обработки являются карты и графики (зоны) аномальных концентраций специально внесенной индикаторной популяции бактерий *Pseudomonas* в вероятные зоны фенолсодержащих сред. В зависимости от исходных концентраций фенолов возможно изменение численности популяции бактерий, что будет являться аномальной концентрацией [4]. По результатам определения этих концентраций и других проведенных исследований делается вывод о соответствующем содержании загрязнителей в зонах, куда были введены микроорганизмы.

#### Список использованных источников

1. Бухгалтер Э.Б., Голубева И.А., Лыков О.П. Экология нефтегазового комплекса: учеб. пособие. В 2 т. Т.1. – М.: ГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 416 с.

2. Сваровская Л.И., Алтунина Л.К., Ельчанинова Е.А. Биодеструкция ароматических соединений нефти, загрязняющей почву // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2015. - №1. - С. 7-11.

3. Методы определения фенольных соединений и выделения штаммов-деструкторов загрязненных почв/ Н.А. Ильина [и др.]; Самарский государственный социально-педагогический университет // Эколого-географические проблемы регионов России. – Самара: Изд-во Самар. гос. соц.-пед. ун-та, 2017. - С. 173-175.

4. Процессы естественной трансформации углеводородов нефти в модельной почвенной системе/ Д.А. Филатов [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2015. - № 2. - С. 26-31.

#### К ВОПРОСУ ПОЛНОТЫ ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОЕКТНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

А.Ю. Солодовников<sup>1)</sup>, Д.А. Солодовников<sup>2)</sup>

1) д-р географ. наук, доц., начальник научно-исследовательского отдела экологии Тюменского отделения «СургутНИПИнефть», г. Тюмень.  
Solodovnikov\_AU@surgutneftegas.ru

2) магистр экологии МАОУ СОШ № 70, Тюмень, 625007, ул. В. Гнаровской, 3а, г. Тюмень. solodovnikov-dmitriy@mail.ru

**Аннотация:** В работе приведено обоснование необходимости учёта мероприятий по охране окружающей среды при составлении проектных документов по разработке месторождений углеводородного сырья. Доказано, что вопросам экологии нужно уделять пристальное внимание на всех этапах освоения месторождений – от разработки до ликвидации.

**Ключевые слова:** недра, окружающая среда, охрана природы, разработка месторождений, углеводороды.

#### THE QUESTION OF COMPLETENESS IN ENVIRONMENTAL PROTECTION PAPERS DURING DEVELOPMENT DOCUMENTS ASSEMBLY IN CASE OF GAS-OIL MINEFIELDS DEVELOPMENT

A.Y. Solodovnikov<sup>1)</sup>, D.A. Solodovnikov<sup>2)</sup>

1) Dr. Sc.(Geography), Associate Professor, head of Scientific-research Ecological department of Tyumen brunch of «SurgutNIPIneft», Solodovnikov\_AU@surgutneftgas.ru

2) Master of ecology Municipal Autonomous Educational Establishment School of Secondary General School № 70, Tyumen.

**Abstract:** in this article the importance of natural protection measures during development documents assembly in case of gas-oil minefields development is observed. It is proved that the ecological protection is the important part of all stages of gas - oil extraction from the development till the elimination.

**Key words:** Core, environment, nature protection, minefields elaborating, hydrocarbons.

Как известно, 2013 г. в РФ был годом охраны окружающей среды, а 2017 г. – годом экологии. Столь пристальное внимание к экологическим проблемам на государственном уровне не случайно. Во многих регионах нашей страны сложилась сложная экологическая ситуация. Это относится и к районам добычи нефти и газа, о чём свидетельствуют многочисленные публикации учёных, общественных деятелей, результаты экологического мониторинга, проводимого, в том числе, предприятиями нефтяной и газовой промышленности. При этом география работ у нефтяников и газовиков только расширяется. Вместе с расширением географии работ разработчики и проектировщики сталкиваются с многими проблемами, обусловленными природными особенностями местности, которые раньше им были малознакомы или неизвестны. Прежде всего это относится к регионам Крайнего Севера, Дальнего Востока, морей Северного Ледовитого и Тихого океанов. Эти территории в РФ занимают значительные пространства. Кроме того не стоит игнорировать тенденции изменения климатических процессов, наблюдаемых в настоящее время и вносящих свои коррективы в проектирование месторождений.

Казалось бы, что при столь очевидных вещах, вопросам экологии, охраны окружающей среды должно уделяться пристальное внимание на всех этапах проектирования разработки месторождений углеводородного сырья. К сожалению, это не совсем так. Обратимся к действующему регламенту по разработке месторождений углеводородного сырья, который называется «Методические рекомендации по подготовке технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья» (приказ МПР от 18.05.2016 № 12-п) [1].

Данный проектный документ – это фактически первый проектный документ по разработке месторождений углеводородов. Поэтому нужна тщательная проработка всех составляющих (не только геологических, технических и технологических), связанных с извлечением этого ценного сырья.

Остановимся на вопросах, связанных с минимизацией воздействия на окружающую среду и мероприятиях, направленных на сохранение окружающей среды и прописанных в выше названных методических рекомендациях. Раздел, в котором рассматриваются мероприятия по охране окружающей среды, называется «Мероприятия по рациональному использованию и охране недр, обеспечению требований в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при пользовании недрами». Название достаточно ёмкое и, казалось бы, охватывает все основные аспекты, связанные с охраной окружающей среды. В действительности реальность иная. Заявленная преамбула ...приводятся основные организационно-технические и технологические мероприятия, обеспечивающие охрану недр, окружающей среды от возможных вредных воздействий, связанных с эксплуатацией данного месторождения..., не соответствует внутреннему содержанию раздела.

Заявленные мероприятия по охране недр и окружающей среды, ограничиваются только мероприятиями по охране недр. Мероприятия включает в себя основные

источники воздействия на недра при бурении и эксплуатации скважин, мероприятия по охране недр при производстве буровых работ, мероприятия по охране недр при эксплуатации скважин и мероприятия по обеспечению рационального использования и утилизации попутного нефтяного газа. К чему сюда включён последний комплекс мероприятий, не понятно, поскольку он предусмотрен при разработке раздела «Техника и технология добычи УВС». А вот о мероприятиях по охране окружающей среде нет ни слова.

Игнорирование вопросов, связанных с необходимостью проработки мероприятий по охране окружающей среды, недопустимо. Минимизация воздействия на окружающую среду от объектов нефтяной и газовой промышленности достигается лишь в том случае, если природоохранные мероприятия прорабатываются уже с первых этапов разработки месторождения. Причин несколько, главная из них заключается в том, что по мере разработки месторождения появляется возможность анализа реализуемых на практике природоохранных мероприятий с учётом природных особенностей местности и при необходимости вносить изменения в проектные решения. При этом очевидно, что за малый период наблюдения не всегда появляется возможность отследить поведение природы и её компонентов от влияния техногенных объектов. Чем длительнее период наблюдения за поведением природы, за анализом реализуемых природоохранных мероприятий, тем выше вероятность принятия верного управленческого решения. не только по разработке месторождений, но и по их обустройству.

Исходя из выше изложенного, считаем, что в действующий проектный документ по разработке месторождений углеводородного сырья в обязательном порядке необходимо внести коррективы в части конкретизации мероприятий по охране окружающей среды. В Тюменской области некоторые недропользователи по собственной инициативе включают в проекты по разработке в раздел «Мероприятия по рациональному использованию и охране недр, обеспечению требований в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при пользовании недрами», мероприятия по охране окружающей среды.

#### **Список использованных источников**

1. Методические рекомендации по подготовке технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья. Приказ МПР от 18.05.2016 № 12-р.

#### **СОХРАНЕНИЕ ЭКОЛОГИИ В АКВАТОРИИ ПОРТА В ПРОЦЕССЕ ЗАПРАВКИ СУДОВ**

**С.В. Стадник<sup>1)</sup>, А.В. Войнов<sup>2)</sup>**

1) канд. экон. наук, доц. АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, sv2167@yandex.ru

2) студент АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, voynov.sasha2011@rambler.ru.

**Аннотация.** В статье кратко показаны проблемы и требования по эксплуатации складов горючего на флоте, используемых для заправки судов.

**Ключевые слова:** склады горючего, разлив нефти, топливо, предотвращение загрязнения, утилизация.

#### **ENVIRONMENTAL PRESERVATION IN HARBOR BASINS DURING REFUELING SHIPS**

1) Cand.Sc.(Econ.), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia,svs2167@yandex.ru

2) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, voynov.sasha2011@rambler.ru.

**Abstract:** the article presents briefly the problems and requirements for the operation of fuel depots in the fleet used for refueling ships.

**Key words:** fuel depots, oil spills, fuel, pollution prevention, disposal.

Основной особенностью при эксплуатации баз и складов горючего на флоте является то, что они, как правило, располагаются на берегу моря (реки), подача (прием) нефтепродуктов осуществляется на корабли и суда, что требует дополнительных мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения моря (реки) с баз и складов горючего.

Общее руководство деятельностью личного состава склада и судов, стоящих у топливных причалов, на полное исключение разлива нефти и топлива и предотвращения попадания их в море осуществляет начальник склада.

При эксплуатации особое внимание обращается на трубопроводы и рукава, расположенные на причалах и в подводной части комплексов беспричальных устройств. Нарушение их герметичности недопустимо. Для слива остатков нефти и топлива из трубопроводов, рукавов и шлангов у причалов устанавливаются специальные емкости. Там, где это конструктивно невыполнимо, слив производится в емкости судна самотеком (путем подъема шлангов судовыми стрелами). Для контроля за ходом передачи нефти по подводному трубопроводу в районе береговой черты устанавливается манометр. Резкое падение давления и появление на воде масляных пятен в месте нахождения трубопровода и рукавов указывают на их повреждение. В этом случае подача топлива немедленно прекращается, срочно вызываются водолазы и принимаются меры к устранению повреждения.. Перед началом работ по передаче нефти необходимо выполнить ряд мероприятий: установить между складом и судном постоянную надежную связь; установить плавучие боновые ограждения вокруг судов, находящихся у причала склада, для задержания разлитой на воду нефти (при отсутствии таких ограждений их изготавливают на месте из подручных материалов); провести контрольные замеры нефти в емкостях склада, цистернах судна; убедиться в знании личным составом порядка открытия (закрытия) задвижек и включения (выключения) насосов; расставить посты и подготовить средства и материалы для ликвидации возможных аварий; установить постоянный контроль за соединениями трубопроводов и рукавов, особенно подводных; закрыть на судне палубные шпигаты специальными заглушками.

За 15-20 мин до окончания перекачки уменьшается частота вращения насосов, усиливается наблюдение за показаниями приборов и сигналами с судна о прекращении подачи топлива. Насосные станции должны быть готовы к немедленному прекращению подачи нефти.

При передаче нефти судам необходимо, чтобы производительность перекачивающих средств не превышала приемной способности судов. Нужно следить за отсутствием подтеков через передающие рукава (шланги). При обнаружении подтеков передача нефти прекращается, производится устранение течи и замена рукавов (шлангов).

Ответственность за сброс нефти при передаче ее со склада на судно или с судна на склад возлагается на тех, по чьей вине произошел сброс. Капитан судна отвечает за сброс при нарушении экипажем корабля инструкции по передаче нефти. Начальник склада отвечает за сброс, произошедший на берегу, на причале, у причала и беспричальных устройств из

трубопроводов и рукавов, находящихся вне борта корабля (судна) и за сброс из шлангов (рукавов), находящихся на борту корабля (судна), произошедший из-за нарушения личным составом склада инструкций по передаче нефти.

Во всех случаях разлива нефти на территории склада принимаются срочные меры к ее сбору, утилизации или уничтожению, чтобы не допустить попадания нефти в море.

Мероприятия по предотвращению загрязнения моря топливом должны проводиться с соблюдением положений и инструкций по обращению с ним. Во всех случаях разлитое топливо должно быть собрано или нейтрализовано. Перед сбросом в море стоки из системы спецканализации подвергаются лабораторному анализу согласно действующим методикам.

При разливе больших количеств топлива принимаются срочные меры по сбору разлитого топлива с помощью эжектора, мотопомпы и других средств. Предпринимаются все меры для предотвращения попадания топлива в море и источники пресных вод.

На судах и в порту непрерывно накапливаются нефтесодержащие воды, скапливается значительное количество пищевых отходов, мусора, сточных вод. Для сбора всех этих отходов используют специальные суда-сборщики или береговые емкости. Кроме того, нефтесодержащие воды при необходимости сдают на танкер при приеме от него топлива. В дальнейшем нефтесодержащие воды сдаются на береговые флотские станции очистки льяльных и балластных вод, где из них вырабатывают котельное топливо. Очистка нефтесодержащих вод осуществляется методом отстоя с последующей доочисткой на флотационной установке.

Необходимо создание более эффективных технических средств, чтобы эксплуатация судов не отражалась пагубно на жизни моря или реки.

#### **Список использованных источников**

1. Владимиров В.А. Разливы нефти: причины, масштабы, последствия// Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. - 2014. - С. 217-229.
2. Коврига Е.В., Горовенко Л.А. Вопросы воспитания экологической культуры в России // Прикладные вопросы точных наук .... - 2017. - С. 293-296.
3. Хасанов И.И., Гимаева А.Р. Особенности бункеровки топлива для судов на сжиженном природном газе. // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. - 2017. - № 3. - С.19-22.

#### **ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В.Р. Ульяновский<sup>1)</sup>, А.В. Паврозин<sup>2)</sup>**

1) студент АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, ul.vladik@gmail.com

2) канд. пед. наук АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, pavrosin@mail.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены проблемы воздействия нефтегазовой промышленности на окружающую среду (ОС).

**Ключевые слова:** месторождение, загрязнение атмосферы, добыча нефти, токсичные вещества.

#### **THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF GAS INDUSTRY OBJECTS V.R. Ulyanovsky<sup>1)</sup>, A.V. Povrozin<sup>2)</sup>**

1) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, ul.vladik@gmail.com

2) Cand.Sc.(Pedagogy), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pavrosin@mail.ru

**Abstract:** the article deals with the impact of the oil and gas industry on the environment.

**Key words:** oilfield, pollution, oil, toxic substances.

В процессе исследования нефтяных и газовых месторождений наибольшее воздействие на ОС происходит в пределах территории самого месторождения, в ближайших населённых пунктах и трасс линейных сооружений. Происходит срезка микрорельефа, нарушение снежного, почвенного и растительного покровов, поверхностного стока. Подобные нарушения, даже если они временные, приводят к изменению общего состояния грунтовой толщи, что обуславливает необратимое развитие экзогенных геологических процессов. Также добыча нефти и газа приводит к изменению залегающих горизонтов и геологической среды.

Особо следует отметить, что при извлечении из недр газа, подземных вод и нефти, возможна необратимая деформация земной поверхности. Существует достаточно примеров, которые показывают, сколь значительным может быть опускание земной поверхности, происходящее в ходе долговременной эксплуатации месторождений. Вызываемые откачками из недр воды, газа и нефти, смещения земной поверхности, могут быть даже больше, чем при тектонических смещениях земной коры.

Оседание земной поверхности, которое протекает неравномерно, в большинстве случаев приводит к разрушению кабелей, линий электропередач, водопроводов, мостов, шоссейных и железных дорог, и других сооружений. Оседания вызывают затопления пониженных участков территорий и оползневые явления. В некоторых случаях происходят внезапные глубокие оседания, которые происходят из-за наличия в недрах пустот. Подобные оседания по своему характеру мало чем отличаются от землетрясений.

При добыче и переработке газа происходит загрязнение атмосферы, в основном в период бурения скважин. Даже, несмотря на то, что газ является экологически чистым топливом, иногда предприятия по добыче и переработке газа загрязняют почву, а также открытые водоёмы.

В отдельных месторождениях природный газ может содержать крайне токсичные вещества, что требует определенного учета при разведочных работах, линейных сооружений и эксплуатации скважин. Например, в газе нижней Волги содержится настолько большое количество сернистых соединений, что стоимость серы, которая получается из газа, покрывает все затраты на его очистку.

В местах с нарушенным растительным покровом, таких как населенные пункты или магистральные газопроводы, происходит увеличение глубины протаивания грунта, формируются эрозионные процессы и возникают сосредоточенные временные потоки. Подобные процессы протекают достаточно активно, особенно в районах супесчаных и песчаных грунтов. В тундре и лесотундре скорость роста оврагов в подобных грунтах составляет 15-20 метров в год. Из-за подобных оврагов страдают инженерные сооружения, меняется рельеф и весь ландшафт территории.

При усилении промерзания грунтов их состояние также существенно изменяется. Данный процесс происходит вместе с возникновением пучинных форм рельефа. При новообразовании многолетнемерзлых пород скорость пучения составляет 10-15 сантиметров в год. Происходит разрыв труб газопроводов и появляются опасные деформации наземных сооружений, что часто приводит к гибели растительного покрова.

При добыче нефти происходит загрязнение приземного слоя атмосферы во время аварий, в большинстве случаев продуктами испарения нефти, ацетоном, природным газом, аммиаком, продуктами сгорания и этиленом. В районах Крайнего Севера происходит более сильное воздействие на ОС из-за пониженных регенерационных способностей.

В итоге можно сказать, что загрязнение окружающей среды, которое обусловлено изменением инженерно-геологической обстановки при добыче газа и нефти возникает достаточно часто. К сожалению, этого невозможно полностью избежать, но нужно постараться, чтобы свести к минимуму нежелательные последствия.

#### **Список использованных источников**

1. Подавалов Ю.А. Экология нефтегазового производства. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 416 с.
2. Литовник Н.Н., Горовенко Л.А. Корреляционный метод расчета процессов многофазного потока в нефтяной скважине// Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017.–С. 46-50.
3. Стаценко И.Е., Коврига Е.В. Проблемы экологии человека //Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017.– С. 135-139.
4. Коврига Е.В., Горовенко Л.А. Вопросы воспитания экологической культуры в России // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017.– С. 293-296.
5. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 149-152.
6. Иноземцев С.А., Паврозин А.В. Экологические проблемы энергетического развития цивилизации // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. – Армавир, 2017. – С. 173-176.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРАВОВЫХ ПРОБЛЕМ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ РФ**

**А.И. Шарнов**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, a.i.sharnov@mail.ru

**Аннотация:** рассмотрены основные экологические проблемы нефтегазового комплекса во взаимосвязи с экологическим правом.

**Ключевые слова:** вопрос, взаимосвязь, экология, право, проблема, нефтегазовый комплекс.

## **THE INTERRELATION OF ENVIRONMENTAL AND LEGAL PROBLEMS IN THE OIL AND GAS COMPLEX OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**A.I. Sharnov**

1) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, a.i.sharnov@mail.ru

**Abstract:** the main environmental problems of oil and gas complex in conjunction with the environmental law

**Key words:** question, relationship, ecology, law, problem, the oil and gas industry.

Обеспечение экономического роста нефтегазового комплекса связано с большим загрязнением окружающей среды, истощением природных ресурсов, нарушением баланса биосферы, изменением климата, и как следствие – деградация природных экологических систем, ухудшению здоровья человека [1].

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 28 сентября 2015 г. № 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» к объектам I и II категории, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящейся к областям применения наилучших доступных технологий отнесены объекты :

- по добыче сырой нефти и природного газа, включая переработку природного газа;
- по складированию и хранению нефти и продуктов ее переработки (с проектной вместимостью 200 тыс. тонн и более).
- по транспортировке по трубопроводам газа, продуктов переработки газа, нефти и нефтепродуктов с использованием магистральных трубопроводов;
- по производству нефтепродуктов и т.д.

Согласно Государственному докладу «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012 году», к потенциально опасным объектам нефтяной и газовой промышленности относятся:

- эксплуатационные нефтяные и газовые скважины на месторождениях;
- нефте- и газопроводы;
- объекты магистральных нефтепродуктопроводов и т.д.

Учитывая, что большинство объектов нефтегазового комплекса было построено еще в СССР и находятся в эксплуатации почти 30 лет, можно смело говорить о необходимости обеспечения экологической безопасности на объектах нефтяной и газовой промышленности, в первую очередь, в связи с их значительным износом.

В целом в сфере обеспечения экологической безопасности и охраны окружающей среды в нефтегазовом комплексе можно выделить четыре ключевые проблемы.

1. Загрязнение окружающей среды (земель, вод, атмосферного воздуха) нефтью и нефтепродуктами и её отходами.

2. Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти в процессе ее добычи, переработки и транспортировки.

3. Возникновение на объектах нефтегазового комплекса чрезвычайных ситуаций техногенного характера, в результате которых вред наносится не только отдельным компонентам окружающей среды, но и целой экосистеме.

4. Нерешенные проблемы обеспечения эколого-правового режима законсервированных и ликвидированных скважин, особенно находящихся на нераспределенном фонде недр. Наличие правовых пробелов в рассматриваемой сфере приводит к тому, что на территории Российской Федерации в настоящее время находится большое количество скважин, техническое состояние которых не поддерживается надлежащим образом, что влечет потенциальную опасность для окружающей среды и здоровья человека [2].

В целях унификации эколого-правовых требований в нефтегазовом комплексе предлагается:

1. На федеральном уровне принять указание Правительства РФ об экологической безопасности объектов нефтегазового комплекса, устанавливающее особенности обеспечения экологической безопасности объектов нефтегазового комплекса на всех стадиях технологического процесса как высокорисковых опасных производственных объектов, включая геологоразведку, добычу, транспортировку, переработку и хранение нефти и газа, а также специальный эколого-правовой режим после вывода данных объектов из промышленной эксплуатации;

2. Разработать и принять систему нормативных правовых актов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды, экологической и промышленной безопасности в нефтегазовом комплексе (главным образом, в сфере транспортировки и переработки нефти и газа), призванные заменить существующие и во многом устаревшие ГОСТы, РД, СНИПы и иные инструктивно-методические документы.

3. Обозначить в стратегических планах экологической безопасности РФ основные угрозы в сфере обеспечения экологической безопасности нефтегазового комплекса, основные направления государственной политики в области обеспечения экологической безопасности и важнейшие приоритеты развития государственной политики в данной сфере, которые определили бы задачи и основные направления деятельности органов государственной власти [1, 2].

#### **Список использованных источников**

1. Шарнов А.И. Характеристика эколого-ориентированного сознания современной России. В сборнике Развитие природоохранной системы в экологии города: материалы региональной научно-практической молодежной интернет конференции (г. Армавир, 15 февраля – 15 марта 2017 г.) / науч. ред. Л.А. Горovenко, отв. ред. А.А. Москвитин.- Армавир: РИО АГПУ, 2017. – С. 11-14.

2. Битиев И.И., Шарнов А.И. Некоторые вопросы конституционного регулирования пользования недрами в Российской Федерации. В сборнике: Российская конституция 1993 года и модернизационные процессы в современной России. Сборник докладов по материалам межвузовской студенческой научной конференции, посвященной 20-летию принятия конституции РФ 1993 года. -2014. - С. 229-231.

#### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЗУТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕЛЬСОВОЙ СМАЗКИ**

**Е.Р. Шпербер<sup>1</sup>, Д.Р Шпербер<sup>2</sup>.**

1) канд. хим. наук, директор ООО «ЭЗИП»;

2) канд. техн. наук, зав. лаб. ООО «ЭЗИП».

**Аннотация:** в работе изучен состав донных отложений мазутных резервуаров. Предложен способ применения донных отложений в качестве базового масла при получении рельсовой смазки.

**Ключевые слова:** рельсовая смазка, базовое масло, загуститель, мазутные шламы.

## APPLICATION OF BOTTOM SEDIMENTS IN BLACK STRAP RESERVOIRS FOR THE PRODUCTION OF CURVE GREASE

E.R. Shperber<sup>1</sup>, D.R. Shperber<sup>2</sup>.

1) Cand.Sc.(Chemistry), principal of "EZIP" Ltd;

2) Cand.Sc.(Tech.), head of laboratory "EZIP" Ltd.

**Abstract:** this work provides the research in bottom sediments composition in black strap reservoirs. There has been suggested a new way of bottom sediments application as the base oil for the production of curve grease

**Key words:** curve grease, base oil, stiffening agent, black strap slime.

Донные отложения мазутных резервуаров имеют пастообразное агрегатное состояние цвета близко к черному. В отличие от шламов нефтяных амбаров, нефтешламов очистных сооружений мазутные шламы имеют низкое содержание механических примесей 1-10 %, воды 2-17 % и высокое содержание нефтепродуктов 75-95 %. Наличие серы в мазуте при переработке малосернистой нефти обычно не превышает 1 %.

Проанализировав состав донных отложений мазутных резервуаров пришли к выводу, что по своим свойствам они подобны минеральному вязкому маслу.

Структурно-групповой состав, малая химическая активность большинства соединений мазутного шлама, наличие значительного количества углеводов, вязкостные характеристики свидетельствует о том, что донные отложения мазутных резервуаров обладают антикоррозионными свойствами и могут быть использованы в составах углеводородных смазок в качестве базового масла.

Смазки [1] являются трехкомпонентной коллоидной системой, состоящей из базового масла (дисперсионной среды), загустителя (дисперсионной фазы) и модификаторов – маслорастворимых присадок, наполнителей. Каждая составная часть смазки выполняет специфическую функцию: загуститель придает смазке густоту, масло смазывает поверхности трения, присадки улучшают функциональные свойства смазок.

Присадки улучшают антифрикционные, противоизносные, противозадирные свойства смазок, способствуют их адгезии к смазываемым поверхностям. Для того чтобы рельсовая смазка имела повышенную адгезию к смазываемой поверхности и проявляла смазывающие способности в зонах интенсивного трения – колесо/рельс нами в качестве присадки-наполнителя введен в смазку графит.

Подвижность смазки оказывает влияние на стабильность смазывания. Для смазывания рельса и колеса, подвижность смазки должна быть достаточна для обеспечения постоянного покрытия поверхностью смазкой. При работе смазка выдавливается в стороны и должна возвращаться. В противном случае рабочие поверхности остаются непокрытыми смазкой и смазывание нарушается. Колесо передней частью выдавливает смазку и образует канал в массе смазки. Если смазка не успевает возвращаться, то следующая часть колеса уже не смазывается. Хорошая способность питания смазкой область трения – заполнять пространство смазывания и продвигаться на поверхности трения является необходимым условием качественного смазывания.

Взаимодействие [2] смазки с водой – водостойкость рельсовой смазки является одной из основных ее характеристик. Так как смазка постоянно эксплуатируется в атмосферных условиях, при которых с периодичностью меняется температура, взаимодействие смазки с водой не должно оказывать воздействие на ее свойства. Попавшая в смазку вода выделяется в отдельную фазу за счет гидрофобных свойств тяжелых углеводородов.

Смазочная способность смазки улучшается при наличии смолисто-асфальтовых веществ, сернистых и кислородсодержащих соединений, которые с точки зрения других эксплуатационных показателей в маслах нежелательны. Поэтому повышенное содержание в донных отложениях мазута указанных соединений способствует хорошей смазочной способности отложений.

Средний размер частиц механических примесей в донных отложениях мазутных резервуаров находится на уровне 12-14 мкм. Содержание фракций до 1 мкм составляет 10–15 %, а фракций 1-5 мкм – 35-45 %. Такие мелкоизмельченные примеси являются антифрикционным компонентом смазки, а в сочетании с добавленным графитом и сернистыми соединениями способствуют образованию поверхностной пленки, имеющей высокое сопротивление продавливанию, и обеспечивает низкий коэффициент трения.

Смазку получали следующим образом. В смеситель, оборудованный мешалкой, помещали необходимое количество донных отложений и при постоянном перемешивании нагревали до 80–85 °С. Затем подавали соответствующее количество графита марки П или ГС - 4, или электротехнический С-1 и литийорганическое соединение. Перемешивали 4ч, затем суспензия проходила через гомогенизатор, снабженный подающим шнеком и четырьмя перфорированными дисками.

Основные характеристики физико-химических и эксплуатационных свойств рельсовой смазки представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Основные характеристики эксплуатационных свойств рельсовой смазки

Температура каплепадения, °С	Пенетрация при 25 °С, *10 <sup>-1</sup> мм	Вязкость при 0 °С и 10 <sup>-1</sup> с, Па*с, не более	Коллоидная стабильность %, не более
≥150	400-430	1400 (-30 °С)	30

Высокие показатели донных отложений по температуре застывания и вязкости в сочетании с добавленным литийорганическим соединением обеспечивают работоспособность смазки в широком интервале температур, нагрузок и скоростей.

Оптимальным составом для рельсовой смазки является: содержание донных отложений мазутных резервуаров в пределах 96,8-98 %, содержание графита 1-1,5 %, литийорганических соединений 0,5-3 % [3].

Проведенные исследования показали, что технология использования донных отложений мазутных резервуаров в качестве базового масла при производстве рельсовой смазки позволяет получить продукт, работающий в диапазоне температур от - 30 до + 120, обладающий стойкостью к воде и противозадирными свойствами, снизить себестоимость смазки, расширяет сырьевую базу за счет использования отходов производства.

#### Список использованных источников

1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: справочник /И.Г. Анисимов и др.; Под ред. В.М. Школьников. - М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. - 596 с.

2. Консистентные смазки/ Д.С. Великовский и др. – М. : Химия, 1966. - 264 с.

3. Рельсовая смазка: пат. 2001125807/ Р.Е. Шпербер и др. - Россия, 8.08.2002.

## ПРОБЛЕМЫ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

А.Н. Щербина<sup>1)</sup>, Л.А. Горовенко<sup>2)</sup>, Е.В. Коврига<sup>3)</sup>

1) студент АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, a.n\_shch@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, lgorovenko@mail.ru

3) канд. хим. наук, доц. АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, kovriga2005@yandex.ru

**Аннотация:** В статье рассмотрены проблемы влияния нефтедобывающей промышленности на окружающую среду. Решение данной проблемы. Важность природоохранной деятельности. Значимость нефтедобывающей индустрии для общества.

**Ключевые слова:** нефтедобыча, естественная среда, загрязнение атмосферы, природоохранная деятельность, нефть и нефтепродукты.

## THE ENVIRONMENTAL IMPACT PROBLEMS ASSOCIATED WITH THE OIL INDUSTRY

A.N. Shcherbina<sup>1)</sup>, L.A. Gorovenko<sup>2)</sup>, E.V. Kovriga<sup>3)</sup>

1) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, a.n\_shch@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru

3) Cand.Sc.(Chemistry), Associate Professor of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, kovriga2005@yandex.ru

**Abstract:** the article describes the influence of the oil industry on the environment, the solution of this problem, the importance of environmental activities, the importance of the oil industry to society.

**Key words:** oil production, natural environment, air pollution, environmental protection, oil and oil products.

Неуправляемое загрязнение естественной среды приводит к экологическому кризису и ухудшению качества жизни населения. Примером неуправляемого загрязнения может быть деятельность нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности, сжигание продуктов переработки нефти, незакрытые поверхности испарения, вредоносные вещества и т.д.

По причине разнообразия подобных источников загрязнения атмосферы и промышленных проблем, связанных с их контролем, на сегодняшний день актуальной является проблема контроля, учета и нормирования выбросов от определенных источников и разработка либо усовершенствование методологии согласно контролю загрязнения природной среды.

Значимость природоохранной деятельности и экологических проблем в нашем мире постоянно возрастает. Загрязнение естественной среды возрастает из-за обширного введения энергоёмких и химических технологий, изготовления новейших химических продуктов, роста объемов интернациональной торговли химическими веществами и технологиями, недостаточного экологического контроля во всех областях человеческой деятельности.

Характерным примером негативного антропогенного влияния может служить нефтедобывающая индустрия. При современных темпах формирования производительных сил и освоении углеводородных ресурсов проблемы защиты окружающей среды приобретают особенную актуальность и общественную значимость.

Нефтедобывающая индустрия считается главной сырьевой отраслью, играющей особенно немаловажную роль в российской экономике; на ее часть приходится существенная доля поступлений в государственный бюджет и российского экспорта. Но, производственная деятельность по добыче нефти проявляет существенное экологическое влияние на окружающую природную среду и считается непрерывным источником техногенной угрозы.

Решение данной проблемы требует в первую очередь углубления переработки нефти, что приведет к целесообразному её применению и улучшению состояния природной среды. Добыча нефти должна находиться на уровне перспективного потребления нефтепродуктов и вывоза нефти. Средняя глубина переработки нефти на российских нефтеперерабатывающих заводах составляет приблизительно 65 %. Подтверждено, что капиталовложения в углубление переработки нефти в 5-7 раз эффективнее вложений в новые месторождения, что считается одним из путей предотвращения глобальной катастрофы.

С целью усовершенствования обстановки нефтяная отрасль России должна осуществлять последующие условия: 1) компенсировать резервы углеводородов и осваивать новые нефтегазозоносные провинции в отдаленных регионах; 2) повышать уровень высококлассной подготовки сотрудников и использовать технологические процессы для того, чтобы максимально эффективно осуществлять разведку и осваивание новейших нефтяных и газовых месторождений; 3) совершенствовать состояние окружающей среды, а также компенсировать или ликвидировать экологические последствия деятельности нефтяных компаний для окружающей среды; 4. перерабатывать нефтяной попутный газ.

С целью сокращения загрязнения окружающей среды нефтегазодобывающим комплексом проводятся исследования и внедряются новейшие природосберегающие технологии. Изучается безамбарное бурение, позволяющее значительно уменьшить объемы производственных отходов. Проводится строительство заводов по антикоррозионному напылению трубопроводов. Изучается использование эластичных трубопроводов из армированного пластика, срок эксплуатации которых не ограничен. Нарбатываются технологии по эффективной очистке загрязненных поверхностей с использованием бакпрепаратов и разных промывочных жидкостей. С целью уменьшения выбросов загрязняющих элементов в атмосферу проводятся работы по применению газа, сжигаемого в факелах.

Необходимо более глобально приступать к решению одной из важнейших и актуальных проблем XXI века, связанных с нефтяным загрязнением среды. Экологизация нефтяных компаний России позволит не только сократить загрязнение среды, но и получить чистое сырьё, что, в свою очередь, повысит прибыль компаний, работающих в данной области.

#### **Список использованных источников**

1. Аладьев А.П., Коврига Е.В. Отрицательное воздействие нефти и нефтепродуктов на здоровье человека // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - Армавир, 2017. - С. 149-152.

2. Иноземцев С.А., Паврозин А.В. Экологические проблемы энергетического развития цивилизации // Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - Армавир, 2017. - С. 173-176.

### **ПРОМЫСЛОВЫЕ ПЕСЧАНО-НЕФТЕШЛАМОВЫЕ ПРОПИТКИ НЕФТЕАМБАРОВ ДЛЯ НЕФТЕМИНЕРАЛИЗОВАННОЙ СМЕСИ Ф.М. Юсупов, Д.А. Тошматов, Г.А. Байматова, С.У. Халилов**

Институт общей и неорганической химии Академии наук республики Узбекистан, г. Ташкент, best3377@mail.ru

**Аннотация:** промышленные нефтешламы содержат тяжелые топливные фракции, асфальтенов, конденсированных ароматических углеводородов и смолистых соединений нефтей. Входящие в состав нефтешламов смолы, асфальтены, тяжелые ароматические и парафиновые углеводороды, окисляются в воздухе и твердеют, образуя гидроизоляционный слой с грунтом и обеспечивают прочность связи частиц минерального материала. В данной статье показаны характеристики грунта с песчано-нефтешламовой пропиткой, которые соответствуют показателям требования плотной грунтовой насыпи дорог. Таким образом, песчано-нефтешламовая пропитка может быть удачно применена в дорожном строительстве.

**Ключевые слова:** промышленный нефтешлам, асфальтены, нефтяные смолы, асфальтобитум, состав и свойства.

### **TRADE GRAVEL-PETROSLURRY IMPREGNATIONS A PETROBARN FOR THE PETROMINERALIZED MIX**

**F.M. Yusupov, D.A. Toshmatov, G.A. Baimatova, U.S. Khalilov**

Organic and Inorganic Chemistry Institute of the Academy of Science of the Republic of Uzbekistan, best3377@mail.ru

**Abstract:** Trade oil slimes support heavy fuel fractions asphaltenes, the condensed aromatic hydrocarbons and resinous connections of oil. The pitches which are a part of oil slimes, asphaltenes, heavy aromatic and paraffin hydrocarbons are oxidized in air and harden, forming a waterproofing course with soil and provide durability of communication of particles of mineral material. Characteristics of soil with sand-petroslurry impregnation which correspond to indicators of the requirement of a dense priming embankment of roads are shown in this article. Thus, sand-petroslurry impregnation can be successfully applied in road construction.

**Key words:** commercial oil sludge, asphalten, petroleum far, asphaltobitumen, structure and properties.

Потери нефти, содержащиеся в отходах, по экспертным оценкам составляют примерно до 3 % от ее годовой добычи. Существующие в настоящее время способы утилизации нефтеотходов сопровождаются безвозвратной потерей ценного углеводородного сырья. Применение нефтешламов в качестве вторичного сырья является одним из рациональных способов их утилизации [1].

Процессы добычи и переработки нефти всегда сопровождаются выбросами углеводородов, отравляющих окружающую среду в качестве пропитки грунта или песчаного покрова. В результате их воздействия происходит существенное изменение природного состояния геоэкологической обстановки, снижение естественной защищенности подземных вод, активация геохимических и геомеханических процессов, смена естественного микробиоценоза.

Одной из наиболее широких областей применения нефтешламов является дорожное строительство. Нефтешламы можно использовать для пропитки и поверхностной обработки минеральных пород с целью их стабилизации или гидроизоляции в асфальтобетонах.

Поэтому, песчаная нефтешламная пропитка, содержащая нефтепродуктов, влаги, механических примесей может быть применена для формирования предварительного дорожного покрова (нефтепродукты 10-70 масс. %, вода 10-85 масс. % и механические примеси 1-50 масс. %, имеющий плотность 0,86-0,97 г/см<sup>3</sup>) [2].

Т а б л и ц а 1

Состав и свойства песчанно-нефтешламной пропитки из нефтеамбар  
ООО «Мубарекнефтегаз»

№	Наименование состава	Пробы, % масс				
		1	2	3	4	5
1	Нефтепродукты, в том числе:					
	- высшие парафины	85,1	86	87	82	85
	- асфальтены	45,0	42,5	46,2	37,6	40,4
	- смолистые	35,0	38,4	33,1	28,5	30,5
	- минеральные примеси	22,0	12,1	8,0	13,7	12,8
	- вода (крис-т.)	9,0	11,0	7,5	8,1	9,4
2	Песчанки, %:	3,5	2,7	2,4	3,0	2,6
	Гранулометрия, мм:					
	- 0,001-0,1	15-16	14-17	12-12,8	15,2-17,0	14,2-17,1
	- 0,1-1,0	12-18	10-11	8,8-9,4	11,7-12,7	11,5-12,6
	- 1,0-1,5	20-25	22-26	26,8-28,0	27,0-29,2	21,0-28,0
	- 1,5-2,2	50-56	45-47	48,0-57,0	50,0-54,0	49,0-53,0

Входящие в состав нефтешламов смолы, асфальтены, тяжелые ароматические и парафиновые углеводороды, окисляются в воздухе и твердеют, образуя, удовлетворительный гидроизоляционный слой с грунтом и обеспечивают прочность связи частиц минерального материала [3].

Т а б л и ц а 2

Результаты испытаний образцов дорожного основания

№	Количество нефтешлама, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>		Количество нефтепродуктов в нефтешламе, % масс.	Время выдержки основания, ч.	Предел прочности образцов при сжатии, МПа	Водопоглощение за 24 часа по массе, %	Температура окружающей среды, °С
	на земляном	на щебне					

	полотне						
1	0,5	0,8	50	77,5	8,5	0,06	25
2	0,3	1,1	50	57,0	8,2	0,06	30
3	0,7	0,5	50	221,0	8,3	0,06	10
4	0,5	0,8	20	77,5	8,1	0,06	25
5	0,5	0,8	70	77,5	8,6	0,06	25

Как видно из таблицы, характеристики предварительного покрова грунта с песчано-нефтешламовой пропиткой соответствует показателям требования плотной грунтовой насыпи дорог. Таким образом, песчано-нефтешламовая пропитка может быть удачно применена в дорожном строительстве.

#### Список использованных источников

1. Дубышев В.Д. Утилизация нефтешламов // Экология и промышленность России. – 2002. - № 5. - С. 20-22.
2. Рассветалов В. А., Зайнуллин Х.Н. Утилизация и обезвреживание нефтесодержащих отходов. - Уфа: Экология, 1999. – 299 с.
3. Асфальтобитум на основе промысловых нефтешламов / А.А. Алимов [и др.] // Региональная Центрально-азиатская Межд. конф. по химической технологии «ХТ'12»/ - М., 2012. – С. 271-273.

### МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЗЕНЬ

Л.Е. Юсупова<sup>1)</sup>

1) магистр техники и технологии «Кызылординского государственного университета» им. Коркыт Ата, Казахстан, г. Кызылорда, [L.Yussupova@mail.ru](mailto:L.Yussupova@mail.ru)

**Аннотация:** в статье проанализированы методы предотвращения разливов нефти и нефтепродуктов, кратко изложено их моделирование

**Ключевые слова:** трубопровод, разлив нефти.

### MEASURES ON PREVENTION OF OIL AND OIL PRODUCTS SPILLS IN UZEN OILFIELD

L. E. Yusupova<sup>1)</sup>

1) the master of engineering and technology of "Kyzylorda state University" Korkyt Ata, Kazakhstan, city of Kyzylorda, [L.Yussupova@mail.ru](mailto:L.Yussupova@mail.ru)

**Annotation:** the article analyzes the methods of preventing spills of petroleum and petroleum products, summarizes their modeling.

**Key words:** pipelines, prevention of oil.

Выполнение задач по устойчивой добыче нефти на месторождении Узень и стабильной её поставки потребителю связаны с устойчивой и безаварийной работой магистральных, межпромысловых и промысловых трубопроводов, что требует ускорения ввода новых мощностей по сбору и транспортировке добываемой на месторождениях продукции и поддержания в безопасном состоянии всей действующей системы нефтепроводов. На месторождении Узень общая протяженность сети трубопроводов составляет 3230 км (в том числе, магистральные трубопроводы – 220 км). Наиболее потенциально-опасными с точки зрения аварийности являются внутрипромысловые нефтесборные системы. Для них характерна высокая степень

изношенности, поскольку основная масса действующих на сегодняшний день трубопроводных систем проектировалась и строилась в 70-80 годы прошлого столетия, при этом на капитальный ремонт и реконструкцию систем транспортировки и сбора нефти средств нефтяными компаниями выделялось и выделяется в настоящее время недостаточно. На сегодня ситуация с состоянием трубопроводной системы на месторождениях такова, что количество аварий на нефтепроводах из года в год (до 2016 года) возрастало (рисунок). Из представленной диаграммы следует, что до 2013 года количество аварий на трубопроводах ежегодно увеличивалось незначительно. В дальнейшем их количество неизменно возрастало на несколько сотен в год, достигнув пика в 2016 году – 4480 аварий. Усиление природоохранных мероприятий в компаниях и контролирующих органах позволило снизить рост аварийности, но не решить проблему в целом. В 2016 году количество выявленных аварий составило 3817, а за 9 месяцев 2017 года на месторождении зарегистрировано уже 2178 аварий, то есть наметилась некоторая тенденция по снижению аварий на трубопроводах. Большинство аварий (98 %) относятся к категории «локальные» и произошли, в основном, по причине коррозии металла или из-за нарушения технологической дисциплины при проведении регламентных и ремонтных работ. Незначительный объём аварий обусловлен также разрушением целостности трубопроводов тяжёлой техникой на незащищённых участках трасс.

В существующих условиях важнейшей задачей по снижению аварийности на трубопроводах является создание и внедрение в производственном режиме на предприятиях нефтегазового сектора, осуществляющих деятельность на территории месторождения методологической основы системы контроля по предотвращению разливов нефти и нефтепродуктов. Система находится в разработке, однако, уже сейчас Компания имеет возможность получать информацию о наиболее проблемных территориях и предприятиях, и оперативно, в рамках действующего законодательства, проводить оценку складывающейся ситуации для принятия необходимых мер по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов. Решение вопроса по созданию и внедрению в производственном режиме системы предупреждения разливов нефти и нефтепродуктов в деятельности предприятий нефтегазового сектора

Одним из направлений этой системы являются «Требования к разработке планов по предупреждению и ликвидации разливов нефти, нефтепродуктов, газового конденсата и подтоварной воды на территории месторождения, регламентирующие организацию мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов, а также снижению негативного воздействия на окружающую среду и жизнедеятельность населения в регионе, являясь обязательными для исполнения всеми организациями, осуществляющими деятельность в области топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Требования разработаны с учетом особенностей территории месторождения, характера расположения месторождений углеводородного сырья. Требованиями предусмотрена разработка планов и программ.

1. Планы по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов (далее – планы ЛРН), которые разрабатываются организациями, осуществляющими разведку месторождений, добычу, переработку, транспортировку, хранение нефти и нефтепродуктов для предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов.

2. Программы природоохранных и природовосстановительных мероприятий, включающие сведения о планируемых мероприятиях, направленных на охрану атмосферного воздуха, очистку водных объектов, сведения о рекультивации нефтезагрязненных земель. В программах отражаются мероприятия по предотвращению загрязнения окружающей среды и мероприятия, направленные на

ликвидацию последствий, произошедших ранее инцидентах, аварийных разливах нефти и нефтепродуктов, с указанием конкретных мероприятий и объемов финансовых средств, направляемых на эти цели.

3. Программы по строительству, реконструкции, капитальному и текущему ремонту трубопроводов и площадных объектов производственной инфраструктуры, включающие сведения о площадных, производственных объектах и трубопроводах различного назначения (нефтепроводы, водоводы; газопроводы, продуктопроводы).

4. Предоставление отчетности с результатами фактического выполнения запланированных мероприятий согласно плану за прошедший календарный год, включая мероприятия по выполнению программы природоохранных и природовосстановительных мероприятий и программы работ по строительству, реконструкции, капитальному и текущему ремонту трубопроводов и площадных объектов производственной инфраструктуры.. Таким образом, сегодня на месторождении созданы основы системы контроля по предотвращению аварийных разливов нефти и нефтепродуктов. В настоящее время система находится на начальном этапе внедрения. Однако уже сейчас Компания имеет возможность получать информацию о наиболее проблемных территориях и предприятиях, оперативно, в рамках действующего законодательства, проводить оценку складывающейся ситуации для принятия необходимых мер по предупреждению разливов нефти и нефтепродуктов на территории месторождения.

## **Секция 6**

### **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**Председатель:** доц. кафедры МОНГП АМТИ, канд. техн. наук

И.А. Пахлян.

**Ученый секретарь:** главный эколог КУ ООО «Газпром ПХГ»

О.Н. Халяпина.

## **Section 6**

### **SAFETY IMPROVEMENT AT OIL AND GAS PRODUCTION FACILITIES**

**Chairperson:** associate professor of MEOGF chair AMTI, candidate of technical sciences. I.A. Pachlyan.

**Scientific Secretary:** chief ecologist of KD LLC «Gazprom UGS»

O.N. Khalyapina.

## НОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ В БУРОВЫХ ГАЛЕРЕЯХ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ ТЕРМОШАХТНЫМ СПОСОБОМ

В.Р. Алабьев<sup>1)</sup>

1) д-р хим. наук, проф. кафедры БЖ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир, avr.09@mail.ru

**Аннотация:** в статье показано, что нормализация тепловых условий в буровой галерее нефтешахты достигается использованием стационарной водоохлаждающей холодильной машины мощностью 500 кВт.

**Ключевые слова:** нефтешахта, тепловой режим, холодильная техника, температура, кондиционирование.

## NORMALIZATION OF TERMAL CONDITIONS IN DRILLING GALLERIES DURING THERMOSHAFТ OIL PRODUCTION METHODS

Vadim R. Alabyev<sup>1)</sup>

1) Dr.Sc.(Tech.), Professor of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, avr.09@mail.ru

**Abstract:** in the article it is shown that the use of a water cooling machine with a power of 500 kW will reduce the air temperature in the oil production gallery of oil well.

**Key words:** oil well, thermal regime, refrigeration technology, temperature, air conditioning.

Ярегское месторождение тяжелой высоковязкой нефти является уникальным в России. Это единственное место, где добыча углеводородов осуществляется подземным термошахтным способом. Основой термошахтного способа является снижение вязкости и повышение подвижности нефти за счет разогрева пласта до температуры 70-90 °С с помощью теплоносителя, закачиваемого в нефтеносный горизонт. В качестве теплоносителя используется насыщенный водяной пар с температурой 170-200 °С. Основной системой разработки является подземно-поверхностная система [1]. При указанной технологии добычи нефти даже на небольших глубинах с естественной температурой вмещающих пород 10-12 °С появляются проблемы, связанные с поддержанием допустимой температуры воздуха которая в буровых галереях и вентиляционных выработках может достигать 50-55 °С, что значительно превышает допустимые нормы [2].

Для регулирования теплового режима на нефтешахтах применяют, в основном, вентиляционные мероприятия, связанные с посекционным проветриванием уклонных блоков, выбором рациональных схем проветривания эксплуатационных панелей и увеличением скорости движения воздуха в буровых галереях [3]. Для уменьшения негативного влияния тепловыделений от различных источников на прирост температуры воздуха в буровых галереях применяют закрытую системы сбора нефти, теплоизоляцию паропроводов и трубопроводов для перекачки нефтесодержащей жидкости.

Однако, как показали натурные наблюдения, этих мероприятий явно недостаточно для соблюдения требуемых температурных норм. Увеличение, например, подачи воздуха в шахту в 1,5 раза приводит к снижению температуры воздуха в буровых галереях всего на 1-2 °С. Поэтому требуется применение более действенных мер.

Опыт разработки пластовых месторождений Германии, Польши, Чехии, Украины показывает, что на глубинах с температурой вмещающих пород 45 °С и выше для нормализации тепловых условий труда в рабочих забоях применяют искусственное охлаждение воздуха. Однако на нефтешахтах России системы кондиционирования рудничного воздуха никогда не применялись, опыта их эксплуатации не имеется, а экономическая целесообразность их применения подвергается сомнению.

Для нормализации тепловых условий в пределах буровой галереи предлагается использовать подземную холодильную машину водоохлаждающего типа мощностью 500 кВт. Для этого холодильную машину следует разместить в уширении выработки воздухоподающего горизонта, а воздухоохладители (2 шт. по 250 кВт) – непосредственно в самой буровой галерее в пунктах, где температура воздуха превышает допустимые правилами безопасности нормы (рис. 1). При такой расстановке холодильного оборудования температура воздуха на выходе буровой галереи не превысит 26,0 °С.

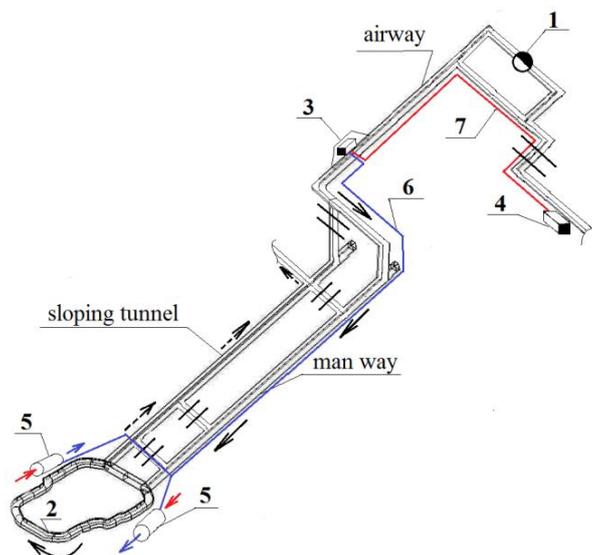


Рис. 1. Схема установки подземной водоохлаждающей холодильной установки мощностью 500 кВт:  
 1 – воздухоподающий ствол; 2 – буровая галерея; 3 – холодильная машина;  
 4 – водоохладитель; 5 – воздухоохладитель; 6 – контур холодной воды;  
 7 – контур отепленной воды; —> - свежий воздух; - -> - исходящая струя

Водоохладитель для отвода теплоты конденсации холодильной машины размещается в одной из выработок, расположенных в непосредственной близости от воздухоподающего ствола. Срок ввода такой холодильной системы в эксплуатацию с учетом проектно-изыскательских и сертификационных работ составит не более 1 года. Нормализация тепловых условий труда в буровой галерее понизит класс условий труда и приведет к сокращению затрат на льготы и компенсацию за работу в неблагоприятных климатических условиях. Окупаемость системы кондиционирования произойдет на второй год после ее внедрения.

#### Список использованных источников

1. Комплексное развитие Ярегского нефтетитанового месторождения / И.В. Герасимов [и др.] // Территория нефтегаз. 2011. № 11. С. 26–31.
2. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28.11.2016 № 501 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при разработке нефтяных месторождений шахтным способом"».
3. Седнев Д.Ю. Критерий протяженности горных выработок по тепловому фактору при проектировании уклонных блоков нефтяных шахт // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горношахтного и нефтепромыслового оборудования. – ПНИПУ. - 2015. – Т. 1. - С. 205-209.

#### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

## ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.А. Алексахин<sup>1)</sup>, Е.Ю. Ливинская<sup>2)</sup>, И.А. Пахлян<sup>3)</sup>

1) сотрудник полиции ОПСП ЛОП на станции Армавир, Краснодарского края, Россия, слушатель кафедры МОНГП направления подготовки «Техносферная безопасность» alexsashin@mail.ru

2) ст. преп. кафедры общенаучных дисциплин Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, el.amti@mail.ru

3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы методы усовершенствования системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах.

**Ключевые слова:** несчастные случаи, опасные производственные объекты, охрана труда, технологические процессы.

## IMPROVEMENT OF SYSTEM OF MANAGEMENT OF INDUSTRIAL SAFETY AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES OF OIL AND GAS INDUSTRY

S.A. Aleksashin<sup>1)</sup>, E.Yu. Livinskaya<sup>2)</sup> Irina A. Pachlyan<sup>3)</sup>

1) Police officer of the Patrol Guard Service of the Line Police Station at the Armavir railway station, Krasnodar Region, Russia, listener of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, specialty "Technosphere Safety», alexsashin@mail.ru

2) Senior lecturer of the Department of General Scientific Disciplines of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia,, el.amti@mail.ru

3) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** The article analyzes the methods for improving of the industrial safety control system at hazardous production facilities.

**Key words:** accidents, hazardous production facilities, labor protection, technological processes.

На опасных производственных объектах в нефтегазовой отрасли аварии и несчастные случаи происходят достаточно редко. Это объясняется следующим: во-первых, на этих объектах эксплуатируется, чаще всего, менее опасное высокотехнологичное оборудование, а во-вторых, осуществляется более жесткий контроль безопасного состояния рабочих мест и производства работ. Тем не менее, в случае возникновения аварий, они сопровождаются тяжелыми последствиями.

Контроль производства работ и устранением имеющихся нарушений осуществляются предприятиями нефтегазовой отрасли в рамках системы управления промышленной безопасностью.

При профессиональной подготовке на опасных производственных объектах решаются три взаимосвязанные задачи:

- обучить каждого руководителя, специалиста и работника методам и способам снижения профессиональных рисков;

- поддерживать полученные знания в течение всей трудовой деятельности;
- совершенствовать обучение, его организацию и методическое обеспечение в соответствии с изменениями в требованиях законодательных и нормативных правовых актов.

Подготовка проводится по двум направлениям:

- промышленная безопасность;
- безопасные методы и приемы работы.

Положение по управлению промышленной безопасностью предполагает, что в нем должен содержаться определенный ряд сведений, касающихся состояния безопасности на предприятии. В общем случае эти документы устанавливают нормативное содержание системы управления безопасностью.

Система управления охраной труда и промышленной безопасности для добывающего предприятий включает в себя одиннадцать стандартов предприятия. Эти документы позволяют осуществлять профессиональный отбор профессиональную подготовку, планирование и оценку результативности деятельности и ряд других показателей, необходимых для управления промышленной безопасностью.

В общем виде концепция системы управления промышленной безопасностью заключается в следующем:

- построение целостной и непротиворечивой, комплексной системы с учетом условий ее функционирования;
- оптимизация функционирования службы промышленной безопасности;
- перманентность персонала в повышении квалификации по вопросам обеспечения безопасности;
- психофизиологическая адаптация персонала по условиям труда;
- оптимизация функциональных обязанностей персонала по вопросам промышленной безопасности в подразделениях;
- учет факторов внешней и внутренней среды;
- территориальное расположение подразделений предприятия;
- технический уровень развития региона;
- уровень опасности технологического процесса и
- состояние условий труда.

Снизить или исключить влияние человеческого фактора возможно при наличии качественных систем профессионального отбора, воспитания профессионально значимых качеств, профессионального обучения и установления рационального режима труда и отдыха. Создана методика организации системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах нефтегазовой отрасли. Она включает концептуальную информационную модели, методику обработки информации, методику поддержки принятия управленческих решений, методику стратегического планирования профилактических мероприятий и методику оценки действенности системы управления, что позволило исключить в последние 3 года серьезные аварии и несчастные случаи, связанные с выполнением технологических процессов.

Вышеперечисленные методы работы прошли промышленную апробацию для предприятий нефтегазового сектора экономики, а также используются при подготовке специалистов по промышленной безопасности в Кубанском государственном техническом университете.

#### **Список использованных источников**

1. Армстронг М. Практика управления человеческими ресурсами [Текст]/пер. с англ.; под ред. С.К. Мордовина. – 8-е изд. – М.: Питер, 2004. – 389 с.

## ВОПРОСЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВУХ И БОЛЕЕ ПЛАСТОВ В ОДНОЙ СКВАЖИНЕ

В.К. Алиев<sup>1)</sup>, Н.О. Мартынов<sup>2)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, Vladimir27@mail.ru

2) студент кафедры МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, martynov.87.82@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы методы раздельной эксплуатации нескольких пластов в одной скважине. Показаны особенности используемого оборудования и технология установки его в скважине.

**Ключевые слова:** скважина, пласт, НКТ, пакер, клапан, скважинный штанговый насос.

## QUESTIONS OF SAFETY TECHNIQUE FOR SIMPLE-SEPARATE - OPERATION OF TWO AND MORE LAYERS IN ONE WELL

Vladimir K. Aliev<sup>1)</sup>, Nikolay O. Martynov<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, Bladimir27@mail.ru

2) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, martynov.87.82@mail.ru

**Abstract:** in the article methods of separate operation of several layers in one well are analyzed. The features of the equipment used and the technology of its installation in the well are shown.

**Key words:** well, layers, pump-compressor tubes, packer, valve, well-barbell pump.

Большинство нефтяных и газовых месторождений страны являются многопластовыми. Для их освоения и разработки внедряют одновременно-раздельный способ эксплуатации (ОРЭ) нескольких пластов в одной скважине.

Внедрение этого способа связано с применением специального наземного и подземного оборудования и спуском в скважину нескольких параллельно или концентрически расположенных рядов труб, что не исключает опасные моменты при монтаже оборудования, освоении, ремонте и глушении скважин.

АМТИ были проведены исследования условий труда, опасных моментов и причин осложнений, возникающих при монтаже оборудования, ремонте и обслуживании скважин на предприятиях Западной Сибири. В результате исследований выявлены следующие основные недостатки, приводящие к авариям и несчастным случаям:

- при эксплуатации скважин установками с параллельной подвеской труб происходит переплетение их при спуске, что во время подъема одной из колонн может привести к обрыву труб;
- разрезные конические кольца, устанавливаемые над муфтами для беспрепятственного спуска параллельных рядов насосно-компрессорных труб, ломаются, что приводит к заклиниванию этих труб;
- при обрыве штанг одного насоса система равновесия нарушается, что

приводит к выходу их строя второго насоса, вызывая при этом увеличение объема спуско-подъемных операций;

- отключающее устройство в случае содержания в продукции скважины парафина, выходит из строя и не позволяет производить отдельный замер дебитов по каждому пласту, а также динамометрирование работы нижнего насоса установки типа УГР;

- на насосах отсутствуют насечки под элеватор. Для подъема с мостков нижнего насоса на него наворачивается спецштанга, общая длина которой вместе с насосом достигает 15-16 м;

- при этом наблюдается сильное провисание их, что может привести к слому или срыву резьбы;

- резиновые элементы пакера под воздействием нагрузки подвергаются остаточной деформации, затвердевают, вызывая при этом "прилипание" пакера к колонне, что осложняет работы по освобождению и извлечения его;

- конус пакера механического действия под воздействием агрессивной среды интенсивно разъедается, уменьшается сила сцепления, между зубьями плешек и эксплуатационной колонной;

- палец управления пакера часто срезается, что приводит к преждевременной (самопроизвольной) посадке пакера;

- при необходимости текущего ремонта, связанного с нарушением эксплуатации одного объекта, приходится извлекать оборудование и другого объекта;

- невозможно производить промывку верхнего объекта из-за невозможности изменения подвески первого ряда (установки типа УФК) .

Анализ промысловых данных показывает, что процесс освоения и глушения скважины осложнен в связи с наличием в скважине пакера. Последний затрудняет также циркуляцию жидкости из подъемных труб в затрубное пространство и обратно с неполной заменой всего объема скважины при глушении. Используемые в таких случаях различные обратные и циркуляционные клапаны недостаточно надежны и эффективны.

Исследованиями установлено, что большинство аварий при ОРЭ скважин происходит при спуско-подъемных операциях.

Результаты обработки свидетельствуют о том, что средний срок службы резиновых элементов применяемых пакеров механического действия составляет 40 дней, что не отвечает практическим требованиям и ниже среднего межремонтного периода скважин.

В целях безопасного проведения работ при монтаже оборудования и ремонте скважин, оборудованных для ОРЭ, были предложены:

1. Изменить конструкцию муфт НКТ, которые могли цепляться друг за друга при спуске и подъеме их из скважины.

2. Изменить конструкцию шлицов на пакере.

3. Уплотнительную часть пакера изготавливать из более качественной резины.

#### **Список использованных источников**

1. Архипов К.И., Попов В.И. Справочник инженера-механика по ремонту нефтяного оборудования. – Альметьевск. : АО «Татнефть», 2009. – 188с.

2. Алиев В.К. Надёжность бурового и нефтепромыслового оборудования с точки зрения окружающей среды: учеб. Пособие/ Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2009. – 143.

3. Алиев В.К., Савёнок О.В., Сиротин Д.Г. Влияние надёжности нефтепромыслового оборудования на экологическую безопасность разработки

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ГАЗОМОТОРНОГО КОМПРЕССОРА

**В.К. Алиев<sup>1)</sup>, В.В. Руденко<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, Bladimir27@mail.ru

2) студент кафедры МОНПП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, JAGUAR5959@yandex.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы вопросы обеспечения взрывозащиты газомоторного компрессора. Приведены методы предотвращения появления аварийных ситуаций.

**Ключевые слова:** газомоторкомпрессор, цилиндр, температура, детонация, негерметичность, магнето.

## STUDY OF THE POSSIBILITY OF EXPLOSION PROTECTION OF GAS COMPRESSOR

**Vladimir K. Aliev<sup>1)</sup>, Vladislav V. Rudenko<sup>2)</sup>**

1) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, Bladimir27@mail.ru

2) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, JAGUAR5959@yandex.ru

**Abstract:** the article analyzes the issues of providing explosion protection of the gas compressor. The methods of prevention of emergency situations.

**Key words:** gas compressor, cylinder, temperature, detonation, leakage, magneto.

Газомоторные компрессоры (ГМК), применяемые в нефтяной промышленности, выпускаются не во взрывозащищенном исполнении. При возникновении внутри машинного зала аварийной ситуации (образование опасной концентрации газозвдушной смеси вблизи компрессора) электрическое искрение или тепловой импульс на поверхности работающего газомоторного компрессора может послужить причиной взрыва.

В результате проведенного анализа выявлено, что при нормальных режимах эксплуатации ГМК и соблюдении существующих инструкций по обслуживанию взрывов не наблюдалось.

Исследования показали, что возможными источниками теплового импульса, приводящего к взрыву газозвдушной смеси вблизи ГМК, могут быть:

1. Перегрев в цилиндрах двигателя при работе с детонацией, а также перегрев поверхностей камеры сгорания при преждевременных вспышках.

Следует отметить, что работа с детонацией запрещается по условиям механической прочности деталей двигателя. При детонационном сгорании, вследствие резкого повышения давления до величины, в несколько раз превышающей нормальную, возможно уменьшение удельных давлений между крышкой цилиндра и силовым цилиндром и прорыв газов с высокой

температурой через соединение.

2. Наружные поверхности выхлопных коллекторов: при разрушении теплоизоляционного слоя; при пропусках газа через негерметичные *уплотнения* в температурных компенсаторах; при разрушении герметичных (сильфонных) уплотнений в температурных компенсаторах по причине взрывов в выхлопных коллекторах.

3. Взрыв во внутренних полостях (при задире поршня); взрыв в воздушном ресивере; взрывы в выхлопных коллекторах, разрушающие их.

Возможным источником утечки газа из систем работающего ГМК могут быть неплотности соединений топливной системы в компрессорных цилиндрах.

При рассмотрении случаев взрыва в машинных залах выявлено, что в большинстве случаев взрывы происходили от искры, возникшей вследствие неисправности системы зажигания ГМК. Кроме того, было отмечено электрическое искрение на поверхности корпуса работающего ГМК (на силовом блоке) при касании последнего заземленным металлическим предметом, а также искрение на поверхности заземленных стальных труб при помещении проводка зажигания компрессора внутрь их с целью обеспечения защиты от механических повреждений.

В связи с этим проводили исследования электрического искрения и его воспламеняющей способности;

а) на поверхности экспериментальной установки (ЭУ), *имитирующий* корпус ГМК;

б) на поверхности стальной трубы с проложенным внутри ее высоковольтным проводом, идущим от магнето системы зажигания к свече на экспериментальной установке.

Аналогичные измерения были проведены на ГМК типа 8ГК и 10ГКН. Однако ввиду чрезвычайно малых плотностей тока на поверхности ГМК сколько-нибудь заметных величин токов, стекавших с корпусов обследуемых компрессоров, обнаружить не удалось.

В результате проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

1. Взрывозащита газомоторного компрессора может быть обеспечена при условии доработки отдельных узлов в его конструкции.

2. В альтернативной части ГМК доработке подлежат отдельные узлы системы зажигания, а именно: вывод из магнето, *узел* укрытия свечи, способ прокладки проводки зажигания.

3. В теплосиловой части ГМК доработке подлежат узлы выхлопного коллектора, предохранительных клапанов, температурных компенсаторов и др.

4. Рекомендуется разработать нормы проектирования газомоторных компрессоров, безопасных в отношении взрыва; разрабатываемые нормы должны содержать два раздела (как для вновь проектируемых ГМК, так и для выпускаемых).

#### **Список использованных источников**

1. Архипов К.И., Попов В.И. Справочник инженера-механика по ремонту нефтяного оборудования. – Альметьевск: АО «Татнефть», 2009. – 188 с.

2. Алиев В.К. Надёжность бурового и нефтепромыслового оборудования с точки зрения окружающей среды: учеб. пособие/ Кубан. гос. технол. ун-т – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2009. – 143.

3. Алиев В.К., Савёнок О.В., Сиротин Д.Г. Влияние надёжности нефтепромыслового оборудования на экологическую безопасность разработки северных нефтегазовых месторождений: монография/ Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВПО «КубГТУ», 2016. – 135 с.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ФИЛИАЛА ООО "ГАЗПРОМ  
ПХГ" «КРАСНОДАРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГАЗА»**

**А.В. Архипов<sup>1)</sup>**

1) заместитель главного инженера (по охране труда, промышленной и пожарной безопасности) филиала ООО «Газпром ПХГ» «Краснодарское управление подземного хранения газа», a.arhipov@krs.phg. gazprom.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы деятельность ПАО «Газпром» в сфере производственной безопасности.

**Ключевые слова:** опасный производственный объект, промышленная безопасность.

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT IN SYSTEM OF  
INDUSTRIAL SAFETY OF THE BRANCH OF LLC "GAZPROM UGS" "THE  
KRASNODAR DEPARTMENT OF UNDERGROUND GAS STORAGE»**

**A.V. Arkhipov<sup>1)</sup>**

1) Deputy chief engineer (labour protection, industrial and fire safety) of the branch of LLC "Gazprom UGS" "the Krasnodar Department of Underground Gas Storage", a.arhipov@krs.phg. gazprom.ru

**Abstract:** the article analyzes the activities of Gazprom in the sphere of industrial safety.

**Key words:** hazardous production facilities, industrial safety.

Единая система управления производственной безопасностью ПАО «Газпром» (ЕСУПБ) - комплекс взаимосвязанных организационных и технических мероприятий, осуществляемых ПАО «Газпром» в целях обеспечения производственной безопасности.

ЕСУПБ позволяет осуществлять контроль над опасными производственными факторами, улучшать качество условий труда, предотвращать возникновение инцидентов, аварий и других происшествий, минимизировать последствия произошедших событий для персонала и третьих лиц и тем самым уменьшать величину внеплановых потерь. Данные потери могут включать социально-экономический ущерб, прямой ущерб от потерь основных фондов, сырья и товарной продукции, затраты на ликвидацию последствий и расследование причин инцидентов, аварий и других происшествий, ущерб имуществу третьих лиц и вред окружающей среде, вызванный различными происшествиями.

Производственная безопасность таких сложных технических систем, как опасные производственные объекты ПАО «Газпром», рассматривается как результат управления организационными процессами, имеющими своей целью контроль факторов риска, сопровождающих производственную деятельность. Полное исключение факторов риска является недостижимой целью, поскольку при эксплуатации технических устройств не может быть гарантированно исключена возможность возникновения отказов и эксплуатационных ошибок, несмотря на самые эффективные меры, применяемые для их предотвращения. Таким образом, достижение производственной безопасности ПАО «Газпром» - это достижение состояния, при котором возможность причинения ущерба людям, имуществу, окружающей среде снижена до допустимого уровня и поддерживается на этом или более низком уровне посредством постоянного процесса выявления и управления факторами риска производственной деятельности.

К достоинствам существующей ЕСУПБ можно отнести наличие проработанных процедур, планов и программ в области обеспечения требований промышленной безопасности: процессы, функционирующие в системах управления, детализированы (участники и руководители точно знают свои обязанности, ресурсы, необходимые для проведения процесса, порядок проведения и порядок действий при реализации различных сценариев).

Структура системы управления производственной безопасностью должна включать подразделения, деятельность которых непосредственно связана с обеспечением производственной безопасности

Следует также отметить, что система управления производственной безопасностью не является самостоятельной, она гармонично встроена в существующую корпоративную систему управления организации.

Достоинствами такой интеграции являются: возможность использования лучших практик систем управления; возникновение синергетического эффекта, выражающегося в том, что результат от согласованных действий всегда выше, чем сумма отдельно достигнутых результатов.

Важным элементом развития организационной структуры системы управления производственной безопасностью ПАО «Газпром» является повышение эффективности корпоративного надзора за соблюдением законодательных требований производственной безопасности на объектах Группы Газпром на основе внедрения современных организационных подходов, информационных технологий, методов технической диагностики и дистанционного мониторинга в соответствии с требованиями корпоративных и международных стандартов.

Система индикаторов основных факторов рисков и показатели уровня производственной безопасности и ее составляющих являются важными элементами системы управления производственной безопасностью.

В целях повышения эффективности СУПБ в ПАО «Газпром» разработана Стратегия развития системы управления производственной безопасностью ПАО «Газпром» на период до 2020 года (далее - Стратегия) распространяются на бизнес-процессы управления производственной безопасностью вновь проектируемых, реконструируемых и действующих объектов ПАО «Газпром» на всех стадиях их жизненного цикла,

Реализация Стратегии позволит:

- обеспечить достижение «нулевого уровня» несчастных случаев со смертельным исходом для персонала, занятого на основных производствах Общества;
- создать эффективную организационную структуру управления производственной безопасностью Общества, позволяющую обеспечить его надежное функционирование и устойчивое развитие для достижения стратегических целевых показателей;
- интегрировать систему управления производственной безопасностью в систему корпоративного планирования и управления на оперативном и стратегическом уровнях;
- обеспечить достижение прогнозируемого уровня зрелости в области управления производственной безопасностью;
- обеспечить достижение проактивного уровня культуры производственной безопасности Общества;
- обеспечить достижение допустимых корпоративных уровней производственной безопасности с учетом лучшей отечественной и мировой практики;
- актуализировать и развить методические подходы к расчету целевых и отчетных значений показателей в области производственной безопасности Общества, позволяющих определить степень эффективности проводимых в рамках целевых

программ мероприятий, их связь с политикой безопасности и стратегическими целями Общества;

- устранить избыточные административные барьеры и функциональное дублирование при осуществлении мониторинговой, регламентирующей, контролирующей и производственной деятельности при обеспечении производственной безопасности ПАО «Газпром»;

- стимулировать использование инновационных технологий в сфере обеспечения производственной безопасности.

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ГАЗОВЫХ СКВАЖИН ВОСТОЧНО-МЕССОЯХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**А.В. Берзон<sup>1)</sup>, А.В. Рубежанская<sup>2)</sup>, М.В. Омелянюк<sup>3)</sup>**

1) специалист ООО "Газпром Бурение" филиал "Уренгой Бурение";

2) студентка кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, anastasiya.rubezhanskaya@mail.ru

3) канд. техн. наук, зав. кафедрой МОНПИ Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир, m.omelyanyuk@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрены результаты оценки воздействия строительства проектируемых объектов на окружающую среду, произведен расчет и анализ величин приземных концентраций загрязняющих веществ, определены размеры санитарно-защитной зоны, проанализированы воздействия строительства проектируемых объектов на поверхностные и подземные воды, на земельные ресурсы, на окружающую среду при обращении с отходами, на животный и растительный мир.

**Ключевые слова:** перечень мероприятий, экологическая оценка, источники и виды воздействия на окружающую среду, параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

## **DEVELOPMENT OF MEASURES FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION FOR THE OBJECT OF CONSTRUCTION OF GAS WELLS EASTERN-MESSOYAKH FIELD**

**Alexey V. Berzon<sup>1)</sup>, Anastasiya V. Rubezhanskaya<sup>2)</sup>, Maxim V. Omelyanyuk<sup>3)</sup>**

1) LLC "Gazprom Burenie" branch of "UrengoyBureniye"

2) the student of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, anastasiya.rubezhanskaya@mail.ru

3) Cand.Sc.( Tech.), Associate Professor, head of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, m.omelyanyuk@mail.ru

**Abstract:** the article covers the results of the assessment of the impact of the construction of the projected facilities on the environment, the calculation and analysis of the values of surface concentrations of pollutants, the size of the sanitary protection zone, the effects of the construction of the projected facilities on surface and groundwater, on land resources, on the environment in circulation with waste, on the animal and plant world.

**Key words:** list of activities, environmental assessment, sources and types of environmental impact, parameters of pollutant emissions into the atmosphere.

Задача охраны природы при строительстве газовых скважин Восточно-Мессояхского месторождения состоит в выполнении специальных мероприятий по защите окружающей среды от вредного воздействия, извлекаемой из недр продукции (нефть, газ, минерализованные воды), отходов производства, а также защиты земель от эрозии.

В административном отношении Восточно-Мессояхское месторождение расположено на территории Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Ближайшими населенными пунктами являются п. Антипаюта, п. Находка и п. Тазовский, расположенные в 115 км на северо-запад, в 108 км на юго-запад и в 104 км на юг соответственно от Восточно-Мессояхского месторождения.

Мероприятия по охране окружающей среды, предусмотренные в соответствии с федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами РФ, обеспечивают минимизацию оказания негативного воздействия на окружающую среду.

Предложен перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия на окружающую среду:

- мероприятия по охране атмосферного воздуха от загрязнения;
- мероприятия по уменьшению выбросов ЗВ в атмосферу в период НМУ;
- мероприятия по снижению шумового воздействия при проведении буровых работ;
- мероприятия по охране подземных и поверхностных вод от истощения и загрязнения;
- мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова;
- мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов;
- мероприятия по охране растительного и животного мира;
- мероприятия по ликвидации последствий возможных аварийных ситуаций на площадке строительства скважины;
- мероприятия по охране особо охраняемых природных территорий.

Предложен перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий и компенсационных выплат.

Строительство газовых скважин Восточно-Мессояхского месторождения запроектировано с соблюдением строительных, санитарно-гигиенических, противопожарных норм, что обеспечивает безопасную эксплуатацию данного объекта.

При условии тщательного соблюдения проектных решений, выполнения предусмотренных проектом мер по защите окружающей среды, строительство газовых скважин не вызывает опасения. При воздействии на окружающую природную среду не предполагается ухудшения сложившейся в районе Восточно-Мессояхского

месторождения экологической ситуации, влияющей на атмосферный воздух, водные ресурсы, рельеф, почву, растительный и животный мир.

#### Список использованных источников

1. Об охране окружающей среды: федер. закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. (с изм. и доп.).

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.В. Братухин<sup>1)</sup>, И.А. Пахлян<sup>2)</sup>

1) государственный инспектор СКУ Ростехнадзора, г. Краснодар;

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** в работе выполнен анализ актуальности повышения эффективности производственного контроля, осуществляемого внутренними силами предприятия нефтегазовой отрасли.

**Ключевые слова:** промышленная безопасность, производственный контроль, опасный производственный объект.

### INCREASE OF EFFICIENCY OF PRODUCTION CONTROL ON DANGEROUS PRODUCTION OBJECTS OF OIL AND GAS INDUSTRY

Andrey V. Bratuhin<sup>1)</sup>, Irina A. Pachlyan<sup>2)</sup>

1) State Inspector of the Rostekhnadzor SKU, Krasnodar

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** the paper analyzes the relevance of the efficiency increasing of production control exercised by the internal forces of the oil and gas industry.

**Key words:** industrial safety, production control, hazardous production facilities

Одной из многочисленных функций государства в системе развития экономики и соблюдения цивилизованных правил и норм социальной политики является защита общества и конкретного человека от последствий техногенных катастроф, чрезвычайных ситуаций и технических инцидентов на промышленных предприятиях. Государственной структурой, которая надзирает над соблюдением этих правил является Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору или Ростехнадзор. В 1997 году был принят закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», контроль, над исполнением которого, и является ключевым в этой сфере. Уровень состояния промышленной безопасности во многом зависит от качества производственного контроля, осуществляемого эксплуатирующей организацией. Этой процедуре подвергаются

факторы и показатели, влияющие на уровень аварийности и травматизма на опасных производственных объектах (ОПО).

Слабая организация работ на опасных производственных объектах. Нарушение нормативного производственно-технологического режима, а также ошибки рабочего персонала, совершаемые при эксплуатации работ на ОПО. Наличие на опасных производственных объектах рабочего оборудования, не предусмотренного проектом и не соответствующего правилам промышленной безопасности. Все вышеперечисленные причины вызваны только одним – недостаточным уровнем эффективности системы производственного контроля за выполнением нормативного регламента промышленной безопасности, который предусмотрен ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Обозначенный закон должен соблюдаться абсолютно всеми предприятиями, которые эксплуатируют ОПО. И речь идет не только о соблюдении организационных факторов, касающихся этой темы, но и осуществлении системы подготовки и обучения в области промышленной безопасности. Совершенно очевидно, что только квалифицированные кадры способны контролировать уровень безопасности на опасных производственных объектах, надзирая над соблюдением нормативного регламента в этой сфере. Производственный контроль над соблюдением главных требований промышленной безопасности также включает в себя проведение инструктажа рабочего персонала перед эксплуатацией оборудования опасных производственных объектов.

В Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» постоянно вносятся изменения и корректировки. Они связаны с тем, что появляется все более современное оборудование и технологии, применяемые при эксплуатации ОПО. Последняя редакция этого Закона, вступившая в силу 4 марта 2013 года, например, предусматривает отнесение некоторых опасных производственных объектов нефтяной и газовой промышленности к ОПО I и II класса опасности. Но для этого необходимо пройти процедуру перерегистрации, которая предусматривает подготовку соответствующих документов и предоставления их в территориальный орган Ростехнадзора. Для подобных структур предусматривается специальная система функционирования промышленной безопасности. Она предполагает, прежде всего, оценку гипотетических чрезвычайных происшествий, техногенных аварий и несчастных случаев на опасных производственных объектах. Более того одной из задач управления промышленной безопасностью ОПО является формирование комплекса мер, позволяющих снизить риск их возникновения. Эта процедура осуществляется посредством экспертных профессиональных проверок соблюдения нормативного регламента ПБ. Выводы внутреннего контроля в этой сфере приобретает в последнее время большой интерес еще и потому, что они являются основой для предоставления территориальным органам Ростехнадзора раз в год соответствующей информации в части выполнения требований промышленной безопасности. В отчетах, подаваемых этой организацией в обязательном порядке должны указываться результаты проверок, осуществляемых как внутренними силами, так государственными и отраслевыми надзорными органами. Анализируя содержание предписаний, которые были выданы поднадзорным объектам региональными органами Ростехнадзора, а также результаты внутренних проверок, проведенных на опасном производственном объекте, специалистами нефтегазовой отрасли был сделан вывод, что в обоих случаях количество обнаруженных нарушений одинаков. Но, эта «одинаковость» достигается количеством контролеров со стороны государства в 70 раз меньше, что говорит о крайне низкой эффективности производственного контроля, осуществляемого внутренними силами предприятия, эксплуатируемого опасный производственный объект. Именно поэтому основной задачей руководства ОПО и

является создание более действенной системы управления промышленной безопасности.

#### **Список использованных источников**

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федер. закон от 21.07.97 № 116-ФЗ.

2. О состоянии промышленной безопасности на объектах топливно-энергетического комплекса и мерах по ее улучшению: приказ Минэнерго РФ от 6 марта 2001 № 72 .

3. Постановление Правительства РФ от 10 марта 1999 г. № 263 «Об организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте» (с изменениями на 21 июня 2013 года, утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 526).

#### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ОБЪЕКТАХ ТЭК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ РАБОТНИКОВ**

**Е.В. Глебова<sup>1)</sup>, А.Т. Волохина<sup>2)</sup>, А.Э. Погодаева<sup>3)</sup>**

1) д-р техн. наук, зав. кафедрой ПБ и ООС РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Россия, г. Москва;

2) канд. техн. наук, доц. кафедры ПБ и ООС РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, г. Москва, Россия, [alla\\_volohina@mail.ru](mailto:alla_volohina@mail.ru)

3) аспирант кафедры ПБ и ООС РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, г. Москва, Россия, [pogodaeva2201@mail.ru](mailto:pogodaeva2201@mail.ru)

**Аннотация:** в данной статье рассмотрена усовершенствованная методика идентификации опасностей и оценки рисков в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды. В рамках данной методики предложено проводить оценку уровня развития профессионально важных качеств (далее ПВК) персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт опасного производственного объекта (далее ОПО).

**Ключевые слова:** риски, безопасность, травматизм, аварийность, профессионально важные качества.

#### **IMPROVEMENT OF RISK MANAGEMENT METHODS ON THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OBJECTS USING THE ASSESSMENT OF THE COMPETENCE OF EMPLOYEES**

**Elena V. Glebova<sup>1)</sup>, Alla T. Volohina<sup>2)</sup>, Anastasya E. Pogodaeva<sup>3)</sup>**

1) Dr.Sci.(Tech.), Professor, head of the Department of Industrial Safety and Environmental Protection”, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), city of Moscow, Russia, [m.omelyanyuk@mail.ru](mailto:m.omelyanyuk@mail.ru)

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Environmental Protection, Gubkin Russian State University Of Oil And Gas city of Moscow, Russia, [alla\\_volohina@mail.ru](mailto:alla_volohina@mail.ru)

3) the postgraduate student of the the Department of Industrial Safety and Environmental Protection Gubkin Russian State University Of Oil And Gas, city of Moscow, Russia, [pogodaeva2201@mail.ru](mailto:pogodaeva2201@mail.ru).

**Abstract:** the article proposes the advanced methodology for hazard identification and risk assessment in the field of industrial safety, labor protection and the environment. Within the framework of this methodology, it is suggested to assess the level of development of professionally important qualities of personnel performing technical maintenance and repair of a hazardous production facility.

**Key words:** risks, safety, injuries, accidents, professionally important qualities.

Обеспечение промышленной безопасности при эксплуатации опасных производственных объектов ТЭК, сохранение здоровья персонала является приоритетным для любой организации. Не смотря на это, ежегодно на предприятиях нефтегазового комплекса происходят десятки аварий. В ходе анализа статистических данных производственного травматизма на объектах ТЭК было выявлено, что наибольшее количество травм работников связано с ведением основного технологического процесса - 23%, ремонтных работ- 11,9% и прочих видов деятельности- 45,2 % [1] Также важной является проблема несоблюдения работниками мер безопасности и пренебрежения средствами защиты при проведении различных видов работ, особенно газоопасных и огневых. Все вышеуказанные нарушения связаны с неэффективностью функционирования системы управления промышленной безопасностью (далее ПБ), охраной труда (далее ОТ) и охраны окружающей среды (далее ООС). Как правило, основным элементом в структуре данной системы является процедура идентификации опасностей и оценки рисков в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды (далее риски).

Идентификация опасностей и оценка рисков в области ПБ, ОТ и ОС осуществляется с использованием матрицы оценки рисков (МОР), которая содержит количественные и качественные критерии оценки рисков (баллы, цветовое обозначение), распределенные по трём уровням: низкий уровень (зелёная зона); средний уровень (жёлтая зона); высокий уровень (красная зона).

Компетентность работников, их осведомленность об опасностях, рисках в области ПБ, ОТ и ОС, является одним из критериев при определении частоты/вероятности происшествия/рискового события. Для оценки данного критерия была реализована методика идентификации рисков, учитывающая уровень развития профессионально важных качеств персонала, определяющих его безопасное поведение при эксплуатации опасного производственного объекта.

Данная методика была апробирована на Усинском газоперерабатывающем заводе (далее УГПЗ) ООО «ЛУКОЙЛ-Коми». По результатам исследований для работников ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» - операторов технологических установок (ТУ) и машинистов компрессорных установок (КУ), подвергающихся рискам, была разработана автоматизированная система (далее АС), предназначенная для компьютеризированной оценки ПВК персонала. Применение данной АС позволяет ранжировать работников по уровню их профессиональной пригодности. Результаты проведенных обследований делятся на 3 категории в зависимости от полученной оценки.

Для использования полученных результатов оценки ПВК работников при оценке рисков можно ввести следующие показатели:

1. При наличии на объектах работника(-ов) 2 категории, вероятность опасности, на возникновение которых влияет работник, увеличивается на 0,2 балла;
2. При наличии на объектах работника(-ов) 3 категории, вероятность опасности, на возникновение которых влияет работник, увеличивается на 0,5 балла (работа оператора в условиях стресса).

Величина баллов определяется в соответствии со значениями вероятности отказа операторов при запросе на основании ГОСТ Р МЭК 61511-3-2011[2].

Проведенное тестирование на УГПЗ ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» показало следующие результаты: 1) соответствие требованиям, предъявляемым к профессии (77 человек); 2) неполное соответствие требованиям, предъявляемым к профессии (20 человек); 3) значительное несоответствие требованиям, предъявляемым к профессии (1 человек).

В данной работе использовались результаты тестирования для операторов ТУ и машинистов КУ, работающих в цехе подготовки и переработки газа (далее ЦППГ). Из типового перечня опасностей системы управления ПБ, ОТ и ОС [3] для ЦППГ ООО "ЛУКОЙЛ-Коми" были выделены только те, на вероятность реализации которых влияют действия исключительно операторов ТУ и машинистов КУ, затем был произведен пересчет значения существенного риска для идентифицированного цеха. При перерасчете риска было установлено, что, те опасности, на величину риска которых влияет деятельность операторов ТУ и машинистов КУ, имеют более высокое значение.

Результаты проведенных исследований показали, что оценка профессионально важных качеств работников, осуществляющих техническое обслуживание и ремонт ОПО, является важным элементом системы управления ПБ, ОТ и ОС. Учет уровня развития ПВК персонала при идентификации опасностей и оценке рисков позволяет получить объективные значения величины риска и разработать корректирующие мероприятия, направленные на его снижение.

## **ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОЙ ОТРАСЛИ**

**В.В. Горбунов<sup>1)</sup>, И.А. Пахлян<sup>2)</sup>**

1) государственный инспектор СКУ Ростехнадзора, г. Краснодар;

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассмотрены и проанализированы особенности производственного контроля промышленной безопасности на предприятиях горной отрасли.

**Ключевые слова:** производственный контроль, опасный объект, промышленная безопасность.

## **INDUSTRIAL SAFETY INSPECTION IN MINING INDUSTRY ENTERPRISES**

**Vitaly V. Gorbunov<sup>1)</sup>, Irina A. Pachlyan<sup>2)</sup>**

1) State Inspector of the Rostekhnadzor SKU, Krasnodar;

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** features of industrial inspection of industrial safety in enterprises of the mining industry are examined and analyzed.

**Key words:** industrial inspection, dangerous object, industrial safety.

Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности в горной отрасли является составной частью системы управления промышленной безопасностью и направлен на обеспечение комплекса мероприятий по безопасному функционированию опасных производственных объектов, а также предупреждение аварий на этих объектах и обеспечение ликвидации аварий и их последствий.

Целью производственного контроля является предупреждение аварий и обеспечение готовности организаций к локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте за счет осуществления комплекса организационно-технических мероприятий.

Основными задачами производственного контроля, в первую очередь, является обеспечение соблюдения требований промышленной безопасности; анализ состояния промышленной безопасности; разработка мер, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности; координация работ, направленных на предупреждение аварий на опасных производственных объектах; обеспечение соблюдения технологической дисциплины.

Производственный контроль организуется и осуществляется субъектами хозяйственной деятельности (организациями), эксплуатирующими опасные производственные объекты, независимо от организационно-правовой формы на основании федеральных законов, постановлений и других нормативных документов. Такими контролирующими организациями являются Ростехнадзор и Госгортехнадзор.

Основная функция производственного контроля – недопущение эксплуатации опасного производственного объекта с отступлениями от требований промышленной безопасности.

Правила промышленной безопасности распространяются на все предприятия и организации, осуществляющие деятельность на горных разработках независимо от организационно-правовых форм и форм собственности, а также на индивидуальных предпринимателей и физических лиц, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию горного предприятия, разработку, изготовление, ремонт и использование машин, оборудования, приборов и материалов, научно-исследовательских и проектных организаций, контролирующие органы, военизированные горноспасательные части (ВГСУ), а также лиц, чья работа или учеба связана с посещением горного предприятия.

Предприятия (организации), ведущие горные работы в соответствии с законодательством о промышленной безопасности, должны предоставлять декларацию промышленной безопасности и страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу окружающей природной среды в случае аварии на опасных производственных объектах.

Все рабочие и инженерно-технические работники, поступающие на горное предприятие (организацию), подлежат предварительному медицинскому освидетельствованию, а работающие непосредственно на горных работах – периодическому освидетельствованию на предмет их профессиональной пригодности.

Работники, от работы которых зависит безопасность труда групп людей(горные диспетчера, мастера-взрывники, электрослесари, машинисты электровозов и т.д.), должны пройти профессиональный отбор при поступлении на работу и проходить периодически проверки на профпригодность в период трудовой деятельности.

Нормативные документы, касающиеся промышленной безопасности в горной отрасли: Закон Российской Федерации «О недрах»; Федеральный закон «О государственном регулировании в области добычи и использовании угля, особенностях социальной защиты работников организаций угольной промышленности»; Общие обязанности работников шахт установлены в Правилах безопасности в угольных шахтах, утв. Постановлением Госгортехнадзора России.

Проблемы, влияющие на безопасность ведения горных работ: сворачивание программ по модернизации и закупкам оборудования; устаревание основных фондов; субъективная оценка безопасности ведения работ; пренебрежение требованиям промышленной дисциплины; отсутствие самодостаточного производственного контроля.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН**

**В.И. Демин<sup>1)</sup>, Д.В. Ломоносова<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Россия, [umanchanin@rambler.ru](mailto:umanchanin@rambler.ru)

2) студент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Краснодар, Россия, [diana\\_lomo@mail.ru](mailto:diana_lomo@mail.ru)

**Аннотация:** в статье определено перспективное направление обеспечения электробезопасности при проведении геофизических исследований нефтяных и газовых скважин, проведен анализ существующих конструкций электролитических заземлителей, по результатам которого определены требования к ним, результатов экспериментальных исследований заземлителей этого типа, сделан вывод о повышении электробезопасности при применении этих заземлителей.

**Ключевые слова:** передвижной источник электрической энергии, подъемник каротажный, станция каротажная, лаборатория перфораторной станции, защитное заземление, поверхностный переносной заземлитель электролитического типа.

## **IMPROVING ELECTRICAL SAFETY IN CONDUCTING GEOPHYSICAL SURVEYS**

**OF OIL AND GAS WELLS**

**V.I. Demin, D.V. Lomonosova**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Life Safety, the Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Krasnodar, Russia, [umanchanin@rambler.ru](mailto:umanchanin@rambler.ru)

2) student of the of the Department of Life Safety, the Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, Krasnodar, Russia, [diana\\_lomo@mail.ru](mailto:diana_lomo@mail.ru)

**Abstract:** the article identifies promising direction ensure the electrosafety in geophysical studies of oil and gas wells, analysis of existing designs of electrolytic earthing, results of which there determined requirements, the results of experimental investigations of the grounding of this type, the conclusion about improving safety in the use of these earths.

**Key words:** mobile electric power source, the lift logging , station logging, laboratory of perforation station, protective grounding, surface portable earthing electrolytic type.

Для организации электроснабжения на удаленных от стационарных источников электрической энергии территориях, применяются передвижные источники электрической энергии (ПИЭЭ). При проведении геофизических исследований нефтяных и газовых скважин с применением подъемников каротажных, станций каротажных, лабораторий перфораторных станций, как правило, используют автономные ПИЭЭ для обеспечения электроэнергией электрооборудования.

Основной защитной мерой от поражения электрическим током при возникновении аварийного режима (однофазного замыкания на корпус) в этих ПИЭЭ является защитное заземление, которое должно обеспечивать эффективную защиту в широком диапазоне почвенно-климатических условий при температуре от - 45 °С до +40 °С.

Перспективным направлением повышения электробезопасности в этих условиях является применение поверхностных переносных заземлителей электролитического типа (ППЗЭЛТ) [1,2,3].

В работе [4] проведен анализ существующих конструкций электролитических заземлителей, по результатам которого определены следующие основные требования к ППЗЭЛТ: сокращение времени готовности к применению; поддержание в течение длительного времени высокой проводимости грунта; увеличение времени использования без доливки электролита и другие.

Исходя из этих требований в работе [5] предложена конструкция ППЗЭЛТ. Сделан вывод о том, что требуется дальнейшее исследование данной конструкции ППЗЭЛТ, а именно физическое и математическое моделирование.

В работах [6,7] проведен анализ результатов экспериментальных исследований ППЗЭЛТ, направленных на выявление и определение степени влияния различных факторов на величину сопротивления растеканию электрического тока с заземлителей. Он показал, что применение ППЗЭЛТ позволит повысить эффективность эксплуатации ПИЭЭ, а соответственно электробезопасность, за счет сокращения в 3-4 раза трудозатрат на установку и снятие заземляющих устройств при сохранении требуемой величины их сопротивления растеканию электрического тока.

Таким образом, проведенные исследования ППЗЭЛТ показали, что их применение является перспективным направлением обеспечения электробезопасности электрооборудования, используемого при геофизических исследованиях нефтяных и газовых скважин в широком диапазоне почвенно-климатических условий.

#### **Список использованных источников**

1. Демин В.И. О возможности достижения электролитического контакта заземляемого корпуса передвижной электроустановки с грунтом [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. 2015. - № 6. - URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/485>.
2. Демин В.И., Ломоносова Д.В. Применение поверхностных переносных заземлителей электролитического типа для передвижных электроустановок/ XIII Международная научно-практическая интернет-конференция «Молодежь. Наука. Инновации». –Пенза, 2016. - С. 308-314.

3. Демин В.И., Ломоносова Д.В. Новый подход к обеспечению техногенной безопасности при геофизических исследованиях нефтяных и газовых скважин/в сборнике: Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России// сборник статей XV Международной научно-практической конференции. - 2017. – С. 14-19.

4. Демин В.И., Пашина Л.А. Анализ конструктивных особенностей электролитических заземлителей// Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2015. - № 3. – С. 44-48.

5. Разработка конструкции поверхностного переносного заземлителя электролитического типа/ В.И. Демин [и др.]// Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. - 2016. - № 2. - С. 42-45.

6. Демин В.И., Пашина Л.А., Лавриненко Л.В. Анализ результатов экспериментальных исследований поверхностных переносных заземлителей электролитического типа [Электронный ресурс] // Научные труды КубГТУ: электрон. сетевой политематич. журн. - 2016. - № 10. - URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/1157>.

7. Демин В.И., Косолапов А.В., Ломоносова Д.В., Чихачев Е.А. Обзор результатов исследования поверхностных переносных заземлителей электролитического типа: в сборнике «Технические и технологические системы»// Материалы восьмой международной научной конференции «ТТС-16»/ В.И. Демин [и др.]; Кубан. гос. технол. ун-т, Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова; под общ. ред. Б.Х. Гайтова.- 2016. - С. 114-121.

## **МИКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОЦЕССИНГА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА**

**Г.А. Крятова<sup>1)</sup>, А.П. Литовский<sup>2)</sup>**

1) канд. экон. наук, доц. кафедры ГД АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ, Россия, г. Армавир, [galina\\_anat.kr@mail.ru](mailto:galina_anat.kr@mail.ru)

2) студент кафедры МОНПИ АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, [alex250219985645@mail.ru](mailto:alex250219985645@mail.ru)

**Аннотация:** указана необходимость учета микроэкономических аспектов процессинга попутного нефтяного газа. Предложены показатели для оценки инвестиционных проектов по утилизации ПНГ, учитывающие краткосрочные и долгосрочные интересы нефтедобывающих предприятий.

**Ключевые слова:** попутный нефтяной газ, процессинг попутного нефтяного газа, эффективность утилизации попутного нефтяного газа.

## **MICROECONOMIC ASPECTS OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS PROCESSING**

**Galina A. Kryatova<sup>1)</sup>, Alexey P. Litovskiy<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Econ.), Associate Professor of the Department of Humanitarian Subjects, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, [galina\\_anat.kr@mail.ru](mailto:galina_anat.kr@mail.ru)

2) the student of the Department of Machines and equipment for oil and gas fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, [alex250219985645@mail.ru](mailto:alex250219985645@mail.ru)

**Abstract:** the necessity of considering micro-economic aspects of associated petroleum gas processing is presented. The indicators for the evaluation of investment

projects for APG utilization, taking into account the short-term and long-term interests of oil companies are shown.

**Key words:** associated petroleum gas, processing of associated petroleum gas, efficiency of utilization of associated petroleum gas.

Как представляется, проблемы квалифицированной утилизации ПНГ в нефтегазовой отрасли и повышения экологической безопасности современного общества тесно связаны. Большие объемы сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ) на российских нефтедобывающих предприятиях наносят огромный вред природе и населению.

На наш взгляд, для решения этих проблем необходимо исследование микроэкономических аспектов реализации инвестиционных проектов в квалифицированный процессинг ПНГ. Эти аспекты связаны с экономическими оценками и выбором менеджмента нефтедобывающих предприятий в области производственных мощностей предприятия, диверсификации его хозяйственной деятельности, инвестиций, прибыли и рентабельности. Важными факторами такого выбора являются интересы собственников (акционеров) нефтедобывающих предприятий, риски, альтернативные издержки при реализации проектов инвестиций, связанных с квалифицированной утилизацией ПНГ, а также экономическая политика государства в области селективного регулирования отраслевой структуры национальной экономики.

В научной экономической литературе предлагаются разные показатели для оценки эффективности инвестиционных проектов [1]. Для более обоснованной оценки эффективности инвестиций целесообразно учитывать краткосрочные и долгосрочные интересы предприятий. Для микроэкономической оценки эффективности инвестиционного проекта в краткосрочном периоде целесообразно использовать показатель краткосрочной эффективности – это традиционный показатель рентабельности производства, определяемый как отношение прибыли от реализации товарной продукции предприятия к ее себестоимости. Для оценки эффективности в долгосрочном периоде следует использовать показатель долгосрочной эффективности, под которым будем понимать динамику эффективности использования основного и оборотного капитала, находящегося в сфере влияния предприятия. Показатель долгосрочной эффективности представляет собой относительное изменение эффективности использования основного и оборотного капитала после осуществления инвестиций в реализуемый проект. Эффективность использования основного и оборотного капитала до и после реализации проекта может быть рассчитана как отношение полученной прибыли от реализации товарной продукции к объему используемого основного и оборотного капитала. Этот показатель подобен традиционному показателю рентабельности предприятия, но рассчитывается не по балансовой прибыли, а по прибыли от реализации товарной продукции [2].

Обобщающим показателем эффективности инвестиционного проекта для предприятий может быть показатель ожидаемого значения интегральной эффективности, который будет рассчитываться как произведение рыночной рентабельности проекта, коэффициента альтернативной эффективности и коэффициента рискованной эффективности [3].

При принятии решений о выборе инвестиционного проекта целесообразно проводить анализ его влияния на следующие блоки показателей хозяйственной деятельности предприятия в целом: производительность, доходность, эффективность, финансовая состоятельность. Положительное влияние на эти показатели проекта квалифицированного использования ПНГ, а также приемлемый для предприятия уровень показателей микроэкономической эффективности будет свидетельствовать о

выгодности этого проекта для предприятия в долгосрочной перспективе. В этом случае менеджмент нефтедобывающего предприятия сделает выбор в пользу диверсификации своей производственной деятельности и включения сбора, подготовки и транспортировки ПНГ в состав ее основных направлений. В случае других стратегических соображений акционеров и менеджмента нефтедобывающих предприятий относительно формы утилизации ПНГ государство должно выбирать формы своего участия в решении проблемы квалифицированного его использования с целью обеспечения экологической безопасности российского общества.

#### **Список использованных источников**

1. Эффективность инвестиционного проекта [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.catback.ru/articles/theory/invest/efinvproject.htm>.

2. Крятова Г.А., Вдовин А.В. Проблемы создания и функционирования социотехнических систем в нефтегазовой промышленности. / Научный потенциал вуза - производству и образованию /Сборник трудов профессорско-преподавательского состава Армавирского механико-технологического института (филиала) ГОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет». Т. 2. - Армавир: Изд-во АФЭИ, 2005. - С. 121-124.

3. Крятова Г.А., Волкова Е.С. Учет альтернативности при формировании и трансформации социотехнических систем./ Научный потенциал вуза – производству и образованию: сборник трудов Межвузовской научно-практической конференции, посвященной 90-летию кубанского государственного технологического университета. - Армавир: Изд. Армавирского механико-технологического института, 2008. -С. 161-164.

#### **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КВАЛИФИЦИРОВАННОГО ПРОЦЕССИНГА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА И ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В НЕФТЕДОБЫЧЕ**

**Г.А. Крятова<sup>1)</sup>, А.В. Демьянко<sup>2)</sup>**

3) канд. экон. наук, доц. кафедры ГД АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, galina\_anat.kr@mail.ru

4) студент кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, amoka.demyanko@yandex.ru

**Аннотация:** указывается на важность квалифицированной утилизации попутного нефтяного газа для повышения экологической безопасности общества. Обосновывается необходимость экономического сотрудничества в создании рационального процессинга ПНГ государства и нефтегазовых предприятий. Предложен показатель для оценки инвестиций в проекты по утилизации ПНГ, учитывающий общественные интересы в области нефтедобычи.

**Ключевые слова:** попутный нефтяной газ, процессинг попутного нефтяного газа, квалифицированная утилизация попутного нефтяного газа, процессинг попутного нефтяного газа.

#### **ECONOMIC ASPECTS OF THE QUALIFIED PROCESSING OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS AND THE PROBLEM OF ENVIRONMENTAL SAFETY IN OIL PRODUCTION**

**Galina A. Kryatova<sup>1)</sup>, Alena V. Demjanko<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Econ.), Associate Professor of the Department of Humanitarian Subjects, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary

Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, galina\_anat.kr@mail.ru

2) the student of the Department of Machines and equipment for oil and gas fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, amoka.demyanko@yandex.ru

**Abstract:** the importance of qualified utilization of associated petroleum gas for the greening of companies is pointed. The article gives reasons for the necessity for economic cooperation in the establishment of rational processing of the States APG and oil and gas companies. The indicator for assessment of investment projects for APG utilization, taking into account the public interest in the field of oil production is offered.

**Key words:** associated petroleum gas, processing of associated petroleum gas, efficient utilization of associated petroleum gas, processing of associated petroleum gas.

Объекты, используемые в нефтегазовой отрасли, характеризуются повышенной опасностью. Эта опасность связана как с авариями при строительстве и эксплуатации скважин, так и с нерациональными технологиями добычи углеводородов. В первую очередь это касается методов утилизации попутного нефтяного газа. Как показывает статистика, огромные объемы ПНГ просто сжигаются в факелах. Изучение технических возможностей квалифицированной утилизации ПНГ в России позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время существуют технологии, которые дают возможность собирать этот газ и использовать его как энергоноситель или сырье для производства различной полезной для общества продукции. Квалифицированная утилизация ПНГ может способствовать существенному сокращению объемов его сжигания и уменьшению загрязнения окружающей среды. Трудности реализации идеи сбора и рационального использования ПНГ как важного дополнительного ресурса общества указывают на необходимость исследования содержания и структуры частных экономических интересов нефтедобывающих предприятий. Эти интересы, в конечном счете, определяют выбор менеджмента предприятия в отношении форм утилизации ПНГ – сжигать его или собирать с последующей подготовкой, переработкой и реализацией как самостоятельного вида продукта, имеющего определенные финансовые результаты. Методика технико-экономического обоснования проекта по квалифицированной утилизации ПНГ должна объективно оценивать уровень экономической эффективности инвестиций в этот проект нефтедобывающего предприятия, а также целесообразность и формы государственного участия в данном проекте.

Одним из факторов, отрицательно влияющих на желание нефтедобывающих предприятий заниматься сбором и подготовкой ПНГ, является необходимость значительных инвестиций. Проблема оценки экономической эффективности инвестиционных проектов для частных предприятий связана с фактом их бюджетных ограничений, стремлением к максимизации прибыли, альтернативностью приемлемых параметров хозяйственной деятельности для предприятий как социотехнических систем [1]. В краткосрочном периоде менеджмент нефтедобывающего предприятия может быть мотивирован на получение лишь максимальной суммы прибыли. Это может быть обусловлено давлением акционеров, стремящихся получить максимальные дивиденды, прогнозами ухудшения макроэкономической ситуации в стране и конъюнктуры на мировом рынке нефти и газа, ожиданием неблагоприятного изменения экономической политики государства, например, в области налогообложения, другими причинами. В долгосрочном периоде менеджмент предприятия всегда ориентирован на рост эффективности хозяйственной деятельности предприятия. Пути повышения этой эффективности являются: оптимизация структуры основной производственной деятельности предприятия с учетом прогнозируемых изменений экономической,

научно-технической и институциональной среды его хозяйственной деятельности, снижение альтернативных издержек при реализации инвестиционных проектов, выбор и реализация оптимальных инвестиционных проектов с точки зрения критериев экономической эффективности, комплексно учитывающих разные аспекты хозяйственной деятельности предприятия.

Для оценки эффективности проектов с точки зрения интересов общества в качестве экономического эффекта от функционирования национальной экономики целесообразно рассматривать прирост национального богатства, количественной мерой которого является добавленная стоимость. Экономическая эффективность проекта для общества должна определяться как отношение добавленной стоимости созданного продукта к затратам на его получение. Таким продуктом будем рассматривать собранный попутный нефтяной газ для последующей промышленной переработки и использования как энергетического ресурса для предприятий и населения, оцененный по его рыночной стоимости. Обеспечение приемлемой эффективности затрат на квалифицированную утилизацию ПНГ является предпосылкой решения проблемы экологической безопасности нефтедобычи.

#### **Список использованных источников**

1. Крятова Г.А., Волкова Е.С. Учет альтернативности при формировании и трансформации социотехнических систем./ Научный потенциал вуза – производству и образованию: сборник трудов Межвузовской научно-практической конференции, посвященной 90-летию Кубанского государственного технологического университета. - Армавир: Изд-во Армавирский механико-технологический институт, 2008. - С. 161-164.

2. Алиев В.К., Крятова Г.А., Руденко В.В. Пути использования попутного нефтяного газа: монография / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: ООО «Типография им. Г. Скорины», 2017. -132 с. (С. 110-128).

#### **ВНЕШНИЕ ЭКСТЕРНАЛИИ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЩЕСТВА**

**Г.А. Крятова<sup>1)</sup>, А.П. Аладьев<sup>2)</sup>**

5) канд. экон. наук, доц. кафедры ГД АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, galina\_anat.kr@mail.ru

6) студент кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, aladyev.anton@gmail.com

**Аннотация:** отмечается связь некавалифицированной утилизации попутного нефтяного газа, загрязнения окружающей среды и экологической безопасности общества. Показаны особенности внешних экстерналий в нефтедобыче. Поставлена проблема учета внешних экстерналий в механизме государственного регулирования процессинга попутного нефтяного газа.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, внешние экстерналии в нефтедобыче, утилизация попутного нефтяного газа.

#### **EXTERNAL EXTERNALITIES IN THE OIL INDUSTRY AS A FACTOR OF ECOLOGICAL SAFETY OF SOCIETY**

**Galina A. Kryatova<sup>1)</sup>, Anton P. Aladjev<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Econ.), Associate Professor of the Department of Humanitarian Subjects, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary

Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, galina\_anat.kr@mail.ru

2) the student of the Department of Machines and equipment for oil and gas fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, aladyev.anton@gmail.com

**Abstract:** the link of unqualified utilization of associated petroleum gas, pollution of the environment and ecological security is indicated. The features of the external externalities in oil production are shown. The problem of accounting for the appearance of externalities in the mechanism of state regulation of processing of associated petroleum gas is raised.

**Key words:** environmental safety, external externalities in oil production, utilization of associated petroleum gas.

Превращение экологической проблемы в глобальную обуславливает актуальность поиска технических, организационных и экономических решений рационального использования всех природных энергетических ресурсов, в том числе и попутного нефтяного газа (ПНГ). Россия может внести существенный вклад в решение проблемы экологической безопасности, как в рамках страны, так и на уровне мирового сообщества. Это обусловлено значительными объемами добычи нефти в нашей стране, существенными запасами ПНГ и достаточно низким по сравнению с развитыми странами уровнем его полезной утилизации.

Для эффективного государственного регулирования в нефтедобыче с целью мотивации предприятий отрасли к квалифицированному использованию попутного нефтяного газа и повышения экологической безопасности общества необходимы исследования в этой отрасли явлений, которые получили название внешних эффектов, или экстерналий. Под внешними экстерналиями в экономической науке понимаются явления, возникающие при производстве или потреблении товаров и влияющие на третьих лиц, непосредственно не участвующих в этих процессах [2].

Нефтегазовая отрасль относится к сфере экономической деятельности, которая формирует в обществе определенные внешние экстерналии. Применительно к нефтедобывающей отрасли частными выгодами становятся доходы нефтедобывающих предприятий от продажи нефти, которые обеспечивают возмещение их затрат на извлечение нефти – планируемого основного продукта их хозяйственной деятельности, и их прибыль. ПНГ – это побочный продукт деятельности нефтедобывающих предприятий. Несение издержек на его утилизацию увеличивает общие издержки предприятия и снижает прибыль от добычи нефти как основного продукта хозяйственной деятельности. Поэтому для максимизации своей прибыли предприятия предпочитают просто сжигать этот газ и не осуществлять дополнительные затраты на его сбор и переработку. К частным выгодам относится и экономия затрат субъектов при покупке нефти, так более низкая себестоимость нефти (без затрат на утилизацию ПНГ) обуславливает и более низкие цены на нефть. Рыночный механизм ценообразования балансирует интересы только непосредственных участников товарно-денежных отношений в соответствующих сделках с товаром – добытой товарной нефтью. Однако реально существуют и третьи лица, на интересы которых воздействуют экономические интересы и деятельность нефтедобывающих предприятий. У нефтедобывающего предприятия нет стимулов для учета внешних эффектов, так как это может повысить цену нефти, увеличить затраты и снизить прибыль. В свою очередь повышение цен за счет включения в них побочных эффектов не отвечает интересам покупателей нефти, так как это снижает их выгоды и уменьшает величину спроса. Экономия затрат на рациональное использование ПНГ нефтедобывающими предприятиями приводит к загрязнению окружающей среды и

формирует отрицательные эффекты – затраты у населения на лечение и/или затраты государства на здравоохранение в стране. Положительные экстерналии могут быть, когда нефтедобывающее предприятие несет затраты, связанные с охраной окружающей среды, и приводит к выгодам у «третьих лиц». Эти выгоды – бесплатное пользование чистым атмосферным воздухом, повышение экологической безопасности общества. Если нефтедобывающее предприятие формирует положительные внешние эффекты в обществе, то его общие затраты возрастают и при равновесной рыночной цене на нефть снижается прибыль предприятия. Снижение прибыли демотивирует нефтедобывающие предприятия на осуществление хозяйственной деятельности, снижающей частные выгоды и формирующей положительные экстерналии.

Поскольку выгоды от положительных экстерналий в большей своей части связаны с производством и потреблением так называемых общественных благ, то они приобретают характер общественных (социальных) выгод. Носителем общественных интересов является, как известно, государство.

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что в области использования ПНГ существуют объективные противоречия между частными интересами нефтедобывающих предприятий и общественными интересами. Поэтому возникает вопрос - как лучше сочетать частные интересы нефтедобывающих компаний и общественные интересы государства, чтобы конфликт интересов не принимал деструктивного характера (формирования теневой экономики, мошенничества, коррупции) и не влиял отрицательно на экологическую безопасность общества.

#### **Список использованных источников**

1. Крятова Г.А. Экономика: учеб. пособие. - Армавир, РИО АГПУ, 2017 – 148 с.
2. Алиев В.К., Крятова Г.А., Руденко В.В. Пути использования попутного нефтяного газа: монография . / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: ООО «Типография им. Г. Скорины», 2017. -132 с. – С. 110-128.

### **ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССИНГА ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**Г.А. Крятова<sup>1)</sup>, Н.С. Бельгесова<sup>2)</sup>**

1) канд. экон. наук, доц. кафедры ГД ААМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, galina\_anat.kr@mail.ru

2) студентка кафедры МОНГП АМТИ (филиала) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, nellu.b@mail.ru

**Аннотация:** указана связь внешних экстерналий в нефтедобыче и экологической безопасности общества. Представлена система мер государственного регулирования для стимулирования квалифицированной утилизации попутного нефтяного газа в российской экономике.

**Ключевые слова:** внешние экстерналии в нефтедобыче, утилизация попутного нефтяного газа, государственное регулирование нефтедобычи.

### **STATE REGULATION OF PROCESSING OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS AS A FACTOR OF ECOLOGICAL SAFETY**

**Galina A. Kryatova<sup>1)</sup>, Nelly S. Belgesova<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Econ.), Associate Professor of the Department of Humanitarian Subjects, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary

Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, galina\_anat.kr@mail.ru

2) the student of the Department of Machines and equipment for oil and gas fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of the Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, nellu.b@mail.ru

**Abstract:** the link of external externalities in oil production and environmental security is shown. The system of state regulation measures to encourage qualified utilization of associated petroleum gas in the Russian economy is presented.

**Key words:** external externalities in oil production, utilization of associated petroleum gas, state regulation of oil production.

В области природопользования распространенным явлением являются так называемые внешние эффекты или экстерналии [1]. Повышенное внимание к этим явлениям в области нефтедобычи и утилизации попутного нефтяного газа связано с тем, что они имеют важные для общества экологические последствия и являются фактором экологической безопасности общества.

Социально-экономические аспекты сбора и рационального использования ПНГ связаны с экономическими отношениями и реализацией экономических интересов определенных субъектов – нефтедобывающих компаний, покупателей нефти и «третьих лиц», которые не связаны с добычей, покупкой и потреблением нефти. К «третьим лицам» относятся различные хозяйствующие субъекты, не являющиеся производителям и покупателями нефти и газа, население и государство как социальный институт.

Как показывает опыт, для борьбы с отрицательными экстерналиями государство предпочитает административные меры наказания за загрязнение окружающей среды. Однако меры административного экономического принуждения нельзя признать достаточно эффективными, так как они не учитывают объективных экономических основ существования бизнеса в сфере нефтедобычи, наличия внешних экстерналий и создания общественных благ в этой отрасли [3]. Как представляется, для решения проблемы внешних эффектов в нефтедобывающей отрасли должна использоваться система мероприятий, которая включает:

1. Меры экономического характера – распределение издержек на квалифицированную утилизацию ПНГ между предприятиями, занимающимися нефтедобычей, предприятиями-претендентами на сферу бизнеса в области утилизации ПНГ и государством, представляющим интересы населения страны. Выгода государства от создания предприятий смешанной формы собственности, занимающихся сбором, транспортом и утилизацией ПНГ – дополнительные доходы в государственный бюджет; выгода нефтедобывающих предприятий – дополнительная прибыль от диверсификации хозяйственной деятельности и снижение зависимости финансового состояния от конъюнктурных колебаний цен на мировом рынке нефти.

2. Меры административного характера – установление обоснованных нормативных показателей загрязнения окружающей среды от сжигания ПНГ и размеров штрафов за игнорирование этих нормативов. Эти нормы должны учитывать международную практику и требования международных соглашений по защите окружающей среды, а также экономические факторы - штрафы должны приближаться к размеру нанесенного обществу ущерба от загрязнения окружающей среды.

3. Меры правового характера – совершенствование законодательства, регулирующего недропользование в стране и ужесточение персональной ответственности лиц, принимающих решения, противоречащие установленным нормативным актам в области недропользования и охраны окружающей среды.

Целесообразно использовать экономическую, административную и уголовную формы такой ответственности.

4. Меры идеологического характера – пропаганда идей необходимости рационального использования природных ресурсов как общенародного достояния и сохранения окружающей среды для нормальной жизнедеятельности существующего населения и потомков. Одной из таких мер является объявление Указом Президента РФ 2017 года – годом экологии. Цель этого Указа – привлечение внимания общественности к вопросам экологического развития России, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности общества [2].

5. Развитие форм общественного контроля за общественно-значимыми (некоммерческими) показателями деятельности предприятий, связанных с недропользованием, и их институциональное закрепление.

Таким образом, первостепенные задачи государственного регулирования в области внешних эффектов, формирующихся в нефтяной отрасли:

1. Компенсация предприятиям, формирующим положительные внешние эффекты, их затрат (капитальных и текущих) на сбор и квалифицированную утилизацию ПНГ. Капитальные затраты могут компенсироваться полностью или частично, исходя из формы участия государства в данной сфере бизнеса, формы собственности и организационно-правовой формы предприятия, созданного для участия в процессинге ПНГ.

2. Правовая и идеологическая поддержка квалифицированному использованию ПНГ.

#### **Список использованных источников**

1. Крятова Г.А. Экономика: учеб. пособие. - Армавир, РИО АГПУ, 2017 – 148 с.
2. Подписан Указ о проведении Года экологии в 2017 году [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/51142>
3. Алиев В.К., Крятова Г.А., Руденко В.В. Пути использования попутного нефтяного газа: монография / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: ООО «Типография им. Г. Скорины», 2017. -132 с. (С. 110-128).

#### **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ГАЗОВЫХ СКВАЖИН ВОСТОЧНО-МЕССОЯХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**А.А. Петрухин <sup>1)</sup>, О.А. Апенина <sup>2)</sup>, И.А. Пахлян <sup>3)</sup>**

1) ООО "Газпром Бурение" филиал "Уренгой Бурение", ЯНАО, г. Новый Уренгой, petruhin1979@mail.ru

2) студентка кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, apenina.olga@yandex.ru

3) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, pachlyan@mail.ru

**Аннотация:** в работе проанализировано возникновение возможных аварий при строительстве скважин. Рассмотрены риски аварий и факторы их возникновения, оценено количество опасных веществ, участвующих в авариях, рассчитаны вероятные зоны разлива горючих жидкостей и зон возможного воздействия при пожаре. Предложены мероприятия, направленные на обеспечение взрывопожаробезопасности, решения по предупреждению газонефтеводопроявлений, а также решения по системам физической защиты и охраны опасного производственного объекта от постороннего вмешательства.

**Ключевые слова:** мероприятия, риски аварий, факторы возникновения аварий, газонефтеводопроявление, количество опасного вещества.

## **DEVELOPMENT OF THE EVENT FOR INDUSTRIAL SAFETY AND RISK ASSESSMENT FOR THE OBJECT OF CONSTRUCTION OF GAS WELLS OF EASTERN-MESSOYAKH FIELD**

**Alexander A. Petruhin**<sup>1</sup>), **Olga A. Apenina**<sup>2</sup>), **Irina A. Pachlyan**<sup>3</sup>)

1) LLC "Gazprom Burenie" branch of "Urengoy Bureniye", YaNAO, Novy Urengoy, petruhin1979@mail.ru

2) the student of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, apenina.olga@yandex.ru

3) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, pachlyan@mail.ru

**Abstract:** the article analyzes possible accidents initiations during well construction. The risks of accidents and the factors of their occurrence are considered, the amount of dangerous substances participating in the accidents is estimated, the probable zones of spillage of flammable liquids and zones of possible impact during a fire are calculated. The measures aimed at providing fire and explosion safety, solutions for preventing gas and oil voltagages, as well as solutions for physical protection and protection of a hazardous production facility from outside interference are proposed.

**Key words:** measures, risks of accidents, factors of occurrence of accidents, gas and oil extraction, quantity of dangerous substance.

Задачи промышленной безопасности при строительстве газовых скважин Восточно-Мессояхского месторождения состоит в выполнении специальных мероприятий по охране и защите опасного производственного объекта от постороннего вмешательства, а так же по обеспечению взрывопожаробезопасности.

В административном отношении проектируемые объекты расположены на территории Восточно-Мессояхского месторождения, в Тазовском районе ЯНАО Тюменской области. Расположен за Полярным кругом, на правой стороне Обской губы, простирается на 750 км с севера на юг и до 300 км с запада на восток. Большая часть района размещена на Гыданском полуострове.

Мероприятия по промышленной безопасности, предусмотренные в соответствии с федеральными законами и другими нормативно-техническими документами, обеспечивают защищенность производственного объекта от аварий и катастроф.

Природные опасности могут представлять серьезную угрозу и явится причиной возникновения крупных аварий.

Факторами, природного характера, способствующими возникновению и развитию аварии могут быть: понижение температуры воздуха; подвижка, просадка, пучение грунтов; грозовая деятельность, атмосферное электричество.

Основными поражающими факторами являются аварии с выбросом газа, нефти, а также нефтепродуктов на проектируемом объекте для людей являются: нагрузки, связанные с загазованностью, воздушная ударная волна от взрывов топливовоздушных смесей (ТВС), термические нагрузки на окружающие объекты от теплового излучения и огневого воздействия факела.

Решения и мероприятия, направленные на предупреждение газонефтеводопроявлений включают в себя обвязку устья скважины; испытание на

герметичность устьевого оборудования, освоение скважины.

Для обеспечения взрывопожаробезопасности все помещения буровой предусматривают наличие легкобрасываемых элементов конструкций (ЛСК), опорные конструкции под технологические трубопроводы приняты из стального металлопроката в соответствии с требованиями, буровая установка оборудуется системой вентиляции насосного блока.

В связи с тем, что буровая площадка расположена на территории охраняемого и обустроенного месторождения с организованным пропускным режимом, настоящим проектом не предусмотрены специальные технические средства и устройства направленные на предотвращение несанкционированного доступа непосредственно на территорию открытой площадки строящихся скважин. Для защиты всех объектов на месторождении предусмотрена круглосуточная орана специализированными подразделениями.

Система оповещения Филиала «Мессояха» организуется по объектовому принципу и включает несколько узлов оповещения. Сигнал оповещения ГО, поступивший от вышестоящего органа, по линиям связи и оповещения доводится до всех объектов, входящих в систему и являющихся узлами оповещения.

Получение сигналов гражданской обороны и передача их обслуживающему персоналу возлагается на диспетчера Филиала «Мессояха».

#### **Список использованных источников**

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов, с изменениями: федер. закон от 21 июля 1997 № 116-ФЗ.
2. ГОСТ 12.2.115-86 Оборудование противовыбросовое. Требования безопасности.
3. Козлитин А.М. Яковлев Б.Н. Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка: детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы.

### **Секция 7**

## **ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Председатель:** зав. кафедрой ВЭА АМТИ, канд. техн. наук

Д.А. Трухан.

**Ученый секретарь:** доц. кафедры ВЭА АМТИ, канд. техн. наук

В.Н. Зуева.

---

### **Section 7**

## ELECTRIC POWER AND AUTOMATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**Chairperson:** head of the chair IF EEA AMTI, candidate of technical sciences D.A. Trukhan.

**Scientific Secretary:** associate professor of IF EEA chair AMTI, candidate of technical sciences V.N. Zueva.

### ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ А.М. Байрамов<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, Исландско-германское СП «Ноблика», Берлин, bairamov@gmx.de

**Аннотация:** в статье рассмотрены мировые тенденции в сооружении геотермальных электростанций (ГеоТЭС), показана необходимость внедрения на территории северного Кавказа ГеоТЭС.

**Ключевые слова:** геотермальная электростанция, паротурбинные ГеоТЭС, твёрдые бытовые отходы, биогаз.

### POTENTIAL OF ENERGY SUPPLY OF THE NORTH CAUCASUS WITH USING GEOTHERMAL ENERGY A.M. Bayramov<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), the Icelandic-German Joint Venture "Noblika", Berlin, bairamov@gmx.de

**Abstract:** the article deals with the world tendencies in construction of geothermal power station (GeoTES), the necessity of introduction of GeoTES in the North Caucasus is shown.

**Key words:** geothermal power station, steam turbine GeoTES, municipal waste, biogas.

Согласно данным Ассоциации геотермальной энергетики (GEA, США) международный рынок геотермальной энергии растёт с постоянной скоростью 4–5 % в год. Почти 700 геотермальных проектов находятся в стадии разработки в 76 странах. Многие страны рассматривают геотермальную энергетику в качестве средства парирования угроз, связанных с изменениями климата, рисками ограничения поставок топлив и т.д., в качестве базового гибкого источника возобновляемой энергии. Эти тенденции проявляются как в отдельных малых государствах, так и в крупных развитых экономиках, таких как Китай или США.

В 2014 г. около 530 МВт геотермальных тепловых электрических станций (ГеоТЭС) было введено в строй в мире, что является наибольшим приростом в течение одного года, начиная с 1997 г. В общей сложности насчитывается около 12 000 МВт в эксплуатации и около 30 000 МВт установленной мощности геотермальных электростанций в стадии разработки. Как следует из вышеприведённых данных, характеризующих общемировые тенденции использования геотермальной энергии, производство электроэнергии и тепла на ГеоТЭС в условиях Северного Кавказа также должно быть эффективно и рентабельно. Этому способствует наличие большого числа скважин выработанных нефтяных и газовых месторождений, а также иных скважин,

позволяющих осуществлять забор и, при необходимости, обратную закачку в пласт, геотермальных вод. Помимо экономических причин, обосновывающих необходимость сооружения ГеоТЭС важную роль играют причины надёжности энергоснабжения, связанные с тем, что поставка электроэнергии в районы Северного Кавказа осуществляется с использованием воздушных линий электропередачи (ЛЭП), в условиях изменения климата, подвергающихся увеличенным ветровым нагрузкам, зачастую превышающим максимальные расчётные значения для опор даже новых ЛЭП. В этой связи, дополнительным фактором «за» ввод ГеоТЭС ускоренными темпами, является необходимость снижения рисков нарушения электроснабжения региона.

При этом сооружаемые ГеоТЭС должны обеспечивать работоспособность в условиях как параллельной, так и изолированной работы от внешних сетей. Учитывая, что турбоагрегаты, имеющие высокий коэффициент быстроходности, очень быстро реагируют изменением частоты своего вращения на колебания изолированной электрической нагрузки, поддержание стабильности частоты вырабатываемой ими электроэнергии становится сложной задачей, требующей применения специальных мер связанных с обеспечением необходимых показателей качества электроэнергии при работе на изолированную нагрузку, т.е. при разрушении опор ЛЭП. Данная задача, с использованием ВИЭ может быть решена путём создания кластерной структуры генерирующих мощностей следующим образом:

Группы паротурбинных ГеоТЭС могут, объединяться в локальные кластеры, образуя подобие миниэнергосистем, связанных с существующими электрическими сетями, а посредством электросетей – с другими аналогичными кластерами. Мощностной состав оборудования, расположение объектов генерации, величины локальных нагрузок и иные аспекты создания кластеров должны определяться с учётом требований теории устойчивости энергосистем.

Паротурбинные ГеоТЭС могут объединяться в кластеры с малыми ГЭС и фотоэлектрическими станциями (как классические, так и работающие по комбинированному циклу, и, возможно, с ветроэлектростанциями (ВЭС), что обеспечит большую устойчивость создаваемого кластера в нештатных ситуациях.

Значительный потенциал производства электроэнергии в рамках Северо-Кавказского федерального округа (СКФО) имеют и биоэнергетические установки, которые могут перерабатывать сельскохозяйственные и твёрдые бытовые (ТБО) отходы в биогаз, чистую воду и плодородный грунт. Данные биоэнергетические технологии также целесообразно рассматривать в качестве компонентов системы энергообеспечения.

Примером создания центральных элементов геотермальных кластеров может служить план по сооружению ГеоТЭС на выработанном нефтегазоносном месторождении «Старогрозненское», подержанный постановлением правительства Чеченской Республики (ЧР) и распоряжением Правительства Российской Федерации. В рамках реализации проекта на Старогрозненском месторождении возможно и экономически оправдано сооружение ГеоТЭЦ (геотеплоэлектроцентрали) электрической мощностью 10 МВт и тепловой 50 МВт с использованием органического цикла Ренкина (ОЦР) (или цикла Калины), выполненное исландской компанией «Noblica» ehf и её головной консалтинговой компанией «Verkís» ehf, г. Рейкьявик, специализирующимися на реализации энергоэффективных проектов в геознергетике. Это демонстрирует потенциал обеспечения электроэнергией и теплом региона случае широкого внедрения в эксплуатацию только средне,- и высокотемпературных ГеоТЭС которые, например, только в Дагестане, к 2030 г. могут вырабатывать на уровне 1,7 млн

МВт•ч электроэнергии и обеспечивать снижение потребления ископаемого природного газа (ИПГ) на нужды теплоснабжения на уровне 300 млн. Нм<sup>3</sup>/год. Назревшая необходимость модернизации системы энергоснабжения Северокавказского региона, широкий геотермальный потенциал, наличие большого числа удобных для использования пробуренных скважин и доступность технологий использования геотермальной энергии создают взаимодополняющую комбинацию, позволяющую, при её успешной реализации, получить синергетический эффект в виде надёжного и недорогого энергоснабжения потребителей.

#### Список использованных источников

1. Annual U.S. & Global Geothermal Power Production Report // GEA. 2014. №4 [Электронный ресурс]. - URL: <http://geo-energy.org/currentUse.aspx#world> (дата обращения: 14.05.2015).

### ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Т.Ю. Белозерская<sup>1)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры внутриводского электрооборудования и автоматики АМТИ ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия.

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены вопросы электроснабжения в нефтегазовой промышленности.

**Ключевые слова:** электроснабжение, энергетика, мощность, электростанция, промыслы, предприятия, станция.

### POWER SUPPLY OF OIL AND GAS INDUSTRY

T.Yu. Belozerskaya<sup>1)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

**Annotation:** In this article the issues of power supply in the oil and gas industry are considered.

**Key words:** power supply, power, capacity, power station, industry, enterprises, station.

Электроэнергетика - отрасль промышленности, занимающая производством электроэнергии на электростанциях и передачей ее потребителям. Она является основой развития производственных сил в любом государстве. Стабильное развитие экономики России невозможно без постоянно развивающейся энергетики. Энергетическая промышленность тесно связана с комплексом топливной промышленности.

Для обеспечения надежного электроснабжения объектов добычи нефти на новых месторождениях приходится создавать мощные энергетические базы. Объекты нефтегазовых промыслов являются крупными потребителями энергии, на долю которых приходится до 50% общего объема потребления электроэнергии в отрасли. Особенностью систем электроснабжения нефтегазовых промыслов является

рассредоточенность приемников электроэнергии на достаточно больших площадях. Поэтому при проектировании электроснабжения нефтяного месторождения, разрабатывают такую систему, которая обеспечивала бы возможность роста потребления электроэнергии без коренной реконструкции всей системы электроснабжения. Вместе с большой энергоемкостью потребителей, это определяет особенности схемных решений электроснабжения, наличие многоуровневой трансформации энергии, значительный уровень потерь электроэнергии в системе электроснабжения.

Трудность создания таких баз часто заключается в значительной удаленности нефтяных промыслов от энергетических центров. Запроектированная система электроснабжения должна обеспечивать в условиях после аварийного режима, путем соответствующих переключений, питание электроэнергией тех приемников электроэнергии, работа которых необходима для продолжения производства.

Темпы освоения месторождений природного газа, суровость природно-климатических условий, в которых эксплуатируются технологическое газодобывающее оборудование, буровое оборудование и электрооборудование, взрыво- и пожароопасность технологических процессов, высокие требования к качеству газа, бесперебойности газоснабжения потребителей и выполнению экспортных поставок газа - предъявляют особые требования к инженерной инфраструктуре газонефтедобывающих предприятий. В современных условиях, когда перерыв в электроснабжении предприятий добычи нефти и газа оборачивается весомыми материальными ущербами, вопрос о повышении надежности работы систем электроснабжения стоит особенно остро. Современное высокотехнологичное оборудование, которое применяется в нефтегазовом комплексе, очень требовательно к качеству электроэнергии и не допускает скачков напряжения.

Нефтяные и газовые месторождения, как известно, располагаются вдали от центральных коммуникаций, в том числе и от линий электропередач. Питание электрической энергией потребителей нефтяной промышленности осуществляется от сетей энергосистем или от собственных местных электрических станций. Потребители с большой установленной мощностью электрифицированных механизмов, например перекачивающие насосные станции магистральных трубопроводов, комплекс установок нефтяных промыслов, как правило, питаются от энергосистем.

Специфика нефтяного электроснабжения заключается в очень протяженных сетях разных классов напряжений с трансформациями с 220 до 0,4 кВ. На начальном этапе добычи нефти и газа обычно используются дизельные установки малой мощности до 4-6 МВт. После получения газа, достаточного для выработки электроэнергии, строят модульные, быстромонтируемые газотурбинные станции с единичной мощностью около 6 МВт, а потом, при подтверждении запасов и при создании инфраструктуры транспорта продукта, можно переходить к собственным энергоисточникам, но не более 50—60 МВт. При невозможности дальнейшего развития добычи в этом районе надо создавать сетевую структуру, а лучше, чтобы она в рамках развития инфраструктуры была подведена силами сетевых компаний.

Энергосбережение является актуальной государственной и отраслевой проблемой. В связи с вышеизложенным, выбор рациональных режимов работы систем электроснабжения нефтепромыслов, направленный на энергосбережение, является важной научно-технической задачей [4].

В настоящее время существует множество схмотехнических решений для реализации электроснабжения объектов нефтедобычи, при этом схемы реализации электроснабжения должны соответствовать следующим требованиям:

- обеспечивать необходимое качество электроэнергии,

- быть надежными, удобными, безопасными в обслуживании при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах [1]. Кроме того, их использование сопряжено с необходимостью оснащения объектов нефтедобычи оборудованием, адаптированным к неблагоприятным условиям работы: высокая влажность воздуха, низкие температуры, возможностью образования взрывоопасных смесей [2, 3].

В соответствии с энергетической стратегией потребность экономики РФ и внешнего рынка в газе к 2020 году оценивается в 650 - 700 млрд.м<sup>3</sup>. Основная часть этих объемов должна поставляться ОАО «Газпром», главная задача которого на ближайшие годы - обеспечить намеченную до 2020 года добычу газа на уровне 530 млрд.м в год, а также обеспечить и соответствующий прирост разведанных запасов газа.

#### **Список использованных источников**

1. Зуева В.Н., Сова С.А. Компьютерное моделирование процесса передачи электроэнергии// Актуальные вопросы науки. - 2016. - С. 147-151.
2. Практические расчеты по основам электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий: учеб. пособие/ Т.Ю. Белозерская. – Армавир: Изд. АГПУ, 2017. - 152 с.
3. Зуева В.Н. Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе// Научно-методический электронный журнал концепт. - № 8 . - Киров, 2015. – С. 116-120.
4. Зуева В.Н., Белозерская Т.Ю., Шарнова В.А. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660150 «Программа для расчета потерь электроэнергии в трансформаторах и ЛЭП» от 23.09.2015.

#### **ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ ЭЛЕКТРОВИБРОБУРА**

**С.К. Давыдов<sup>1</sup>, В.К. Алиев<sup>2</sup>, О.И. Зинченко<sup>3</sup>**

1) доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир;

2) канд. техн. наук, доц. кафедры МОНПИ АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир;

3) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, zinchenko.olga@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассматривается принцип работы и назначение установки электровибробурения. Также приведены результаты исследования условий электробезопасности при нормальном и различных аварийных режимах работы ЭВБ.

**Ключевые слова:** бурение, скважина, колонна, нихромовая нить, режим работы, падение напряжения, заземляющее устройство.

#### **ISSUES OF ELECTRICAL SAFETY IN ELECTRIC VIBRODRILL OPERATION**

**Sergei K.Davydov<sup>1</sup>, Vladimir K. Aliev<sup>2</sup>, Olga I. Zinchenko<sup>3</sup>**

1) Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Machines and Equipment for Oil and Gas Fields, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia,

3) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia, zinchenko.olya@mail.ru

**Abstract:** the article presents the principle of operation and the purpose of the installation of electric vibrodrilling. Also the results of an electrical safety study under normal and various emergency operating conditions of an EVD are given.

**Key words:** drilling, well, column, nichrome thread, operating mode, voltage drop, grounding device.

Установка электровибробурения (ЭВБ), применение которой является весьма перспективным при проводке скважин, представляет собой специальное дополнительное устройство для роторного бурения. Назначение этой установки - создавать вибрацию долота в направлении оси колонны труб. Вибрация долота создается стриктором, располагаемым над долотом. Стриктор представляет собой шихтованный сердечник из никелевых пластин с обмоткой. При пропускании по этой обмотке переменного тока с некоторой частотой линейные размеры сердечника изменяются с той же частотой. Этот эффект и использован для создания вибрации долота. Обмотка стриктора питается по системе «один провод-труба» (ОПТ). При этом по колонне бурильных труб даже при нормальном режиме работы протекает значительный по величине ток - 400 А.

С целью исследования условий электробезопасности при нормальных и различных аварийных режимах работы ЭВБ были определены величины падений напряжений на колонне бурильных труб при питании по системе ОПТ.

Предварительно для изучения характера электрического поля, возникающего при протекании тока по бурильной колонне труб, были проведены эксперименты на электролитической ванне, позволяющей методом физического моделирования получить кривую распределения потенциалов на поверхности земли. Нихромовая нить является моделью колонны. Измерение показало, что электрическое поле в воде при протекании тока по нихромовой нити таково, что на поверхности воды создается разность потенциалов, максимальное значение которой равно половине напряжения, приложенного к нихромовой нити. При моделировании было также определено влияние дополнительного электрода на величину разности потенциалов на поверхности воды. Для этого к верхней части нихромовой нити присоединялся электрод. При этом отмечалось уменьшение величины разности потенциалов на поверхности воды при неизменном падении напряжения на нихромовой нити.

Для определения количественных значений падений напряжений на колонне бурильных труб в нормальном и аварийном режимах при эксплуатации ЭВБ была составлена эквивалентная схема замещения токоподвода, представляющая собой сложную систему с распределенными параметрами.

Так как ток, протекающий по колонне бурильных труб, как в нормальном, так и в аварийном режимах, содержит переменную и постоянную составляющие, то, пользуясь методом наложения, были отдельно определены величины падений напряжений на колонне от протекания по ней этих составляющих. Причем было установлено, что максимальное падение напряжения на колонне бурильных труб будет при максимальной длине бурильной колонны, т.е. при длине 3500 м, и составит при протекании переменного тока ( $f=200$  Гц) в нормальном режиме 57 В, а в аварийном режиме при замыкании жилы кабеля на колонну на вводе в стриктор - 255 В. Соответственно напряжение на корпусе электрооборудования относительно земли при

отсутствии заземляющего устройства в нормальном режиме составит 28,5 В, а в аварийном - 127,5 В.

Эти величины напряжений не опасны для человека, так как практически весь ток частотой 200 Гц протекает по колонне бурильных труб, не ответвляясь в землю, и, соответственно, не протекая через тело человека.

Наличие заземляющего устройства с низким сопротивлением растеканию тока значительно уменьшает указанные выше величины напряжений. Кроме того, аварийный режим существует весьма кратковременно, так как возрастание тока в цепи вызывает срабатывание автоматов максимальной защиты генераторов.

Что касается величин напряжений, возникающих на колонне бурильных труб при протекании по ней постоянного тока, необходимого для подмагничивания стриктора, то они не превышают допустимых. Так, максимальное падение напряжения на колонне в нормальном режиме составит менее 3 В, а в аварийном - менее 12 В, а напряжение прикосновения и шага даже при отсутствии заземляющего устройства будут ещё меньше. При этом аварийный режим также будет существовать кратковременно.

Таким образом, рассматривая токоподвод ЭВБ с точки зрения электробезопасности, можно сделать вывод, что при эксплуатации установки ЭВБ использование колонны бурильных труб в качестве обратного провода не создает опасности поражения электрическим током как в нормальном, так и в аварийном режимах. В связи с этим особых требований к сопротивлению заземляющего устройства этой установки не предъявляется, а за нормируемую величину рекомендуется принимать ту величину сопротивления растеканию тока, которая принята в настоящее время в электробурении при питании электробура по системе «два провода - труба» (ДПТ), т.е. 0,6 Ом.

## **КВАЗИЧАСТОТНЫЙ МЕТОДУПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПЛАВНОМ ПУСКЕ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**С.К. Давыдов<sup>1)</sup>, М.С. Затеvkov<sup>2)</sup>**

1) доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир;

2) студент АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир. mszatevko@gmail.com

**Аннотация:** в статье описывается достоинства и недостатки квазичастотного способа управления асинхронным электроприводом. Описание работы устройства мягкого пуска.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, устройство мягкого пуска, пусковой момент, пусковой ток, квазичастотное управление.

## **QUASI-FREQUENCY METHOD OF CONTROL DURING A SOFT START OF ASYNCHRONOUS ENGINES**

**Sergei K. Davydov<sup>1)</sup>, Maxim S.Zatevko<sup>2)</sup>**

1) Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kuban State Technological University", city of Armavir, Russia

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, mszatevko@gmail.com

**Abstract:** the article describes the advantages and disadvantages of quasi-frequency method of control of the asynchronous electric drive. Description of the soft start device operation is given.

**Key words:** Asynchronous engine, soft start device, starting torque, starting current, quasi-frequency control.

Главной задачей устройства мягкого пуска (УПМ) является организация плавного пуска асинхронного двигателя переменного тока. Дело в том, что при прямом запуске двигатель потребляет завышенный пусковой ток, выше номинального значения более чем в 5 раз. Более того, для асинхронных двигателей устройство плавного пуска оказывается довольно дешевым и более надежным решением для большого количества механизмов, не нуждающихся в регулировании скорости вращения. Уменьшение пускового момента двигателя представляется главной преградой при использовании УМП. В условиях «тяжелого пуска» появляется вероятность, что УМП не совладеет с возложенными на него функциями. Высокие пусковые токи, всегда провоцируют внушительный нагрев двигателя, что может вызывать поломку самого УМП или даже самого двигателя. Поэтому такие механизмы необходимо снабжать дорогостоящими преобразователями частоты. Но на сегодняшний день на смену классическому фазовому регулированию в УМП приходит квазичастотное управление, в котором сочетаются достоинства частотного управления и дешевизну УМП.

На рисунке 1 представлена осциллограмма тока (желтая линия) при классическом запуске при нулевой скорости. Синяя линия – датчик момента. Для сравнения на рисунке 2 представлена осциллограмма тока при квазичастотном алгоритме (частота 7,14 Гц) при тех же прочих условиях. Несмотря на то, что на рисунках формы токов существенно отличаются, действующее значение тока практически одинаково для обоих режимов.

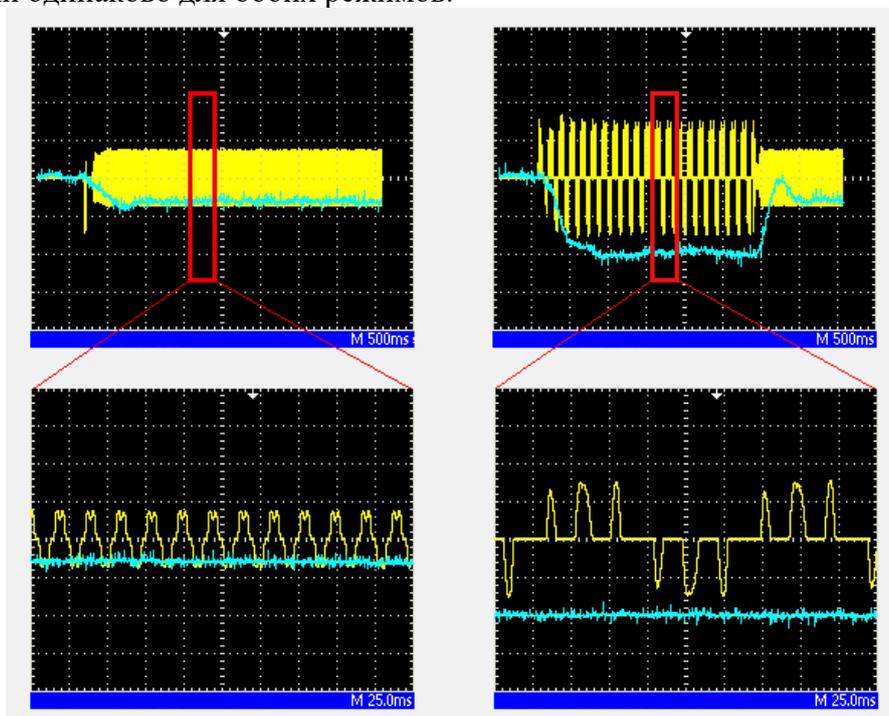


Рис. 1. Классический пуск

Рис. 2. Квазичастотный пуск

Таким образом, уменьшение частоты тока приводит к повышению вращающего момента. Данный метод подходит лишь для определенных частот 7,14 Гц, 12,50 Гц и 16,67 Гц. Недостатком является то, что одним квазичастотным способом невозможно разогнать двигатель до номинальной скорости, но можно улучшить результат путем комбинации классического и квазичастотного способа. Помимо завышенного вращающего момента на не высоких скоростях УПМ с квазичастотным способом управления позволяет осуществлять некоторые тормозные режимы. Эффективность торможения зависит от скорости вращения и уменьшается при увеличении скорости. На сегодняшний день метод квазичастотного управления позволяет получить наибольший пусковой момент при наименьшем токе.

#### **Список использованных источников**

1. Куроедов В.И., Давыдов С.К. Электрооборудование потребителей электрической энергии. - Краснодар, 2014.
2. Давыдов С.К. Тормозные режимы линейных двигателей для тяговых испытаний тракторов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2014. - № 98. - С. 298-308.
3. Давыдов С.К., Куроедов В.И. Электроснабжение и управление погружными электродвигателями // В сборнике: Научный потенциал вуза - производству и образованию сборник трудов по материалам Межвузовской научно-практической конференции, посвященной 89-летию Кубанского государственного технологического университета. - 2007. - С. 14-16.
4. Пашков Н.И., Трухан Д.А. Разработка новых конструкций магнитопроводов торцовых асинхронных двигателей и технологии их изготовления. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 03(127).
5. Пашков Н.И., Трухан Д.А. Анализ технологии изготовления нетрадиционных конструкций магнитопроводов статоров электрических машин. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 04(128).

#### **АЛЬТЕРНАТИВА ЭЛЕГАЗУ ИЛИ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГЕТИКИ, НЕ НАНОСЯЩИЕ УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

**С.К. Давыдов<sup>1)</sup>, О.И. Зинченко<sup>2)</sup>**

1) доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир;

2) студентка АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир, zinchenko.olya@mail.ru

**Аннотация:** в статье рассматривается вакуумная технология изолирования экологически безопасном коммутационном оборудовании.

**Ключевые слова:** элегаз, коммутация, окружающая среда, изоляция, вакуум, альтернатива, электрооборудование.

#### **ALTERNATIVE FOR SULFUR HEXAFLUORIDE OR ENERGY TECHNOLOGIES NOT ENVIRONMENTALLY HARMFUL**

**Sergey K. Davydov<sup>1)</sup>, Olga I. Zinchenko<sup>2)</sup>**

1) Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, zinchenko.olya@mail.ru

**Abstract:** in the article vacuum isolation technology in ecologically safe switching equipment is considered.

**Key words:** sulfur hexafluoride, switching, environment, insulation, vacuum, alternative electrical equipment.

В условиях научно-технического прогресса и усиления промышленного производства проблема охраны окружающей среды с каждым годом становится актуальнее в обществе. Отчеты о пагубном влиянии парниковых газов и изменениях климата пугают, таким образом, это означает, что общество становится все более осведомленным о серьезных угрозах на Земле. Эмиссия элегаза (SF<sub>6</sub>), которая широко используется в коммутационном оборудовании, является одной из главных составляющих угрозы как для природы, так и для здоровья людей, влияния парниковых газов, и связанных с ними климатическими изменениями.

Газ SF<sub>6</sub> представляет собой искусственно созданное химическое соединение, молекула которого содержит шесть атомов фтора и один атом серы. В природе этот газ нельзя встретить в естественном состоянии. В данное время его используют в оборудовании для коммутации сетей распределения электроэнергии, в качестве дугогасящей и изолирующей среды, так как он имеет хорошие свойства гашения дуги. Эти его характеристики позволяют создавать распределительные устройства, которые имеют достаточно компактные размеры, сравнивая с традиционным оборудованием, использующим воздушную изоляцию. Несмотря на положительный исход для отрасли электроэнергетики, к сожалению, есть и обратная сторона процесса изолирования элегазом. При сгорании он распадается на токсичные соединения.

В наше время можно найти подобные альтернативные решения. Они могут представлять собой сочетания вакуумной технологии для коммутации с высококачественными материалами, которые используют с целью изоляции. Результатом такого объединения является уменьшение размеров оборудования до такой же степени компактности, как и при использовании элегаза.

Основными характеристиками вакуумной технологии являются:

- безопасность;
- компактность;
- надежность;
- способность к выполнению более чем 30 000 механических операций;
- обеспечение более 100 операций с током короткого замыкания;
- не требуется обслуживание;
- экономическая выгода.

В альтернативном оборудовании, которое выполнено с помощью вакуумной технологии, все токоведущие части и механизмы находятся в герметичном корпусе, а механизм для коммутации собирается с использованием минимального количества деталей. Он создан для коммутации после длительного периода бездействия — ситуации, которая встречается на практике довольно часто. Более того, в механизме вообще не используются смазочные материалы, что также помогает повышать надежность работы. Такие устройства, не требуя обслуживания на протяжении всего

срока службы, значительно снижают затраты на эксплуатацию, и в то же время обеспечивают высокий уровень безопасности распределительной сети. В качестве изолирующей среды здесь используется твердотельная изоляция и сухой воздух, а вакуум— в качестве дугогасящей среды. Устройство состоит только из материалов, которые можно переработать. Эпоксидная смола может разрушиться в конце срока службы, а компоненты из меди, алюминия и другие металлические части можно переработать. При использовании распределительных устройств очень важно представлять состояния его коммутационных аппаратов.

Использование экологически безопасного оборудования помогает упорядочить процессы производства и значительно повышает производственный уровень безопасности. Именно это сейчас является главной задачей как для государства, так и для предприятий в самых разных отраслях промышленности. Темпы перехода на экологически безопасное оборудование постепенно растут, этот процесс охватывает все больше предприятий. Несмотря на то, что говорить о полном отказе от применения элегаза пока еще преждевременно, экологически безопасные решения открывают большие возможности для новых технологических разработок.

### **Список использованных источников**

1. Давыдов С.К. Тормозные режимы линейных двигателей для тяговых испытаний тракторов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. -2014. - № 98. - С. 298-308

2. Куроедов В.И., Давыдов С.К. Электрооборудование потребителей электрической энергии. - Краснодар, 2014.

3. Белозерская Т.Ю. Разработка защитных мероприятий при однофазных замыканиях на землю // В сборнике: Инновационные технологии научного развития сборник статей международной научно-практической конференции: в 5 ч. - 2017. - С. 22-28.

## **РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ**

**С.К. Давыдов <sup>1)</sup>, П.А. Косолапов <sup>2)</sup>**

1) доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир;

2) студент кафедры МС АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир. , kosolapoff.pawel@yandex.ru

**Аннотация:** в статье описаны этапы развития электронных устройств, применяемых в автомобильном транспорте и их влияние на развитие автомобильного транспорта.

**Ключевые слова:** транзистор, вычислительная техника, микропроцессор, впрыск топлива, электромагнитная форсунка, топливная экономичность, безопасность.

## **THE DEVELOPMENT OF ELECTRONIC AUTOMOBILE CONTROL DEVICES AND THEIR IMPACT ON THE AUTOMOBILE VEHICLES**

**Sergey K. Davydov<sup>1)</sup>, Pavel A. Kosolapov<sup>2)</sup>**

1) Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

2) the student of the Department of Mechanical Engineering, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia , kosolapoff.pawel@yandex.ru

**Abstract:** the article describes the stages of development of electronic devices, used in automobiles, as well as their impact on the development of automobile vehicles.

**Key words:** transistor, computer equipment, microprocessor, fuel injection, electromagnetic injector, fuel efficiency, safety.

Во второй половине XX века развитие автомобильного транспорта зависело от развития электроники. Формально в истории развития электронных устройств, устанавливаемых на автомобильный транспорт, можно выделить три поколения.

Первое поколение охватывает все устройства, которые выпускались до 1950 г. Это начальный этап развития электроники в области автомобильного транспорта. Основой элементной базы устройств того времени были электронные лампы, которые были чувствительны ко внешним взаимодействиям, имели большие габариты и нуждались в дополнительном питании. Учитывая условия работы всех узлов и агрегатов автомобиля, было невозможно представить, каким образом можно внедрить электронные устройства в автотранспорт. Однако, в автомобилях широкое распространение получили радиоприемники и приемопередающие станции служебной связи, а также системы дистанционного управления и контроля за отдельными узлами автомобилей. Поскольку установка на автомобилях устройств первого поколения носило лишь эпизодический характер, то и в целом они не могли оказывать существенного влияния на технические и эксплуатационные характеристики наземного транспорта.

Второе поколение (1950-1970 гг.) ознаменовало интенсивную разработку электроники для автомобилей. Основной причиной этого является изобретение и распространение транзисторов. Транзисторы позволяли усиливать слабые сигналы с различных датчиков, а также позволили формировать сигналы требуемой формы и длительности. Также в автомобили стали массово внедрять электронные регуляторы напряжения, полупроводниковые выпрямитель ток для генераторов автомобилей, электронные антиблокировочные устройства. Стали появляться электронные системы зажигания. Стали появляться устройства, повышающие топливную экономичность и надежность работы системы зажигания автомобилей с карбюраторными двигателями. Развитие электронных систем зажигания позволило автоматически регулировать угол опережения зажигания, подстраивая его под конкретный режим работы. Большое распространение получили противоугонные устройства и различные сигнальные датчики.

В это время зарождаются некоторые тенденции, определившие будущий вектор развития. Основной из них стала тенденция к автоматизации управлением автомобиля, а также передачи части функций контроля и слежения устройствам, работающим по заданному алгоритму. Другой тенденцией стала повышение качества информации о работе отдельных узлов и систем для повышения надежности. Кроме этого велись работы по увеличению экономичности топлива, возможным путям снижения негативного влияния, оказываемого отработанными газами на окружающую среду и повышения безопасности движения.

Третье поколение (1970 гг. – настоящее время) характеризуется внедрением в автомобили средств вычислительной техники, расширяющих возможности электронных устройств. Одиночные устройства сменились многоцелевыми электронными системами, объединенными микропроцессорами. Основным примером такого подхода является появление электронных систем впрыска топлива. Задачей этой системы является управление количеством подаваемого топлива через электромагнитные форсунки двигателя для оптимизации состава рабочей смеси на всех режимах работы двигателя. Первопроходцем здесь принято считать западногерманскую фирму «Bosch», установившая к 1973 г. свою систему «Jetronic» на ряде моделей легковых автомобилей. Данная система дозировала топливо в соответствии с разряжением воздуха во впускном трубопроводе.

Наряду с загрязнением окружающей среды серьезной проблемой автомобилизации является рост жертв вследствие дорожно-транспортных происшествий. Это создало потребность в улучшении систем безопасности автомобилей. Системы активной безопасности автомобилей призваны решать следующие проблемы: повышение эффективности и надежности тормозных систем и систем предупреждения столкновений и наездов; автоматизация управления автомобилем в критических ситуациях. Также существуют устройства пассивной безопасности, которые должны обеспечивать безопасность водителя и пассажиров при столкновении. Основным требованием средства пассивной безопасности на автомобилях является создание таких условий работы водителей, при которых обеспечивалась не только их личная безопасность, но и безопасность других участников дорожного движения.

#### **Список использованных источников**

1. Куроедов В.И., Давыдов С.К. Электрооборудование потребителей электрической энергии. - Краснодар, 2014.
2. Давыдов С.К. Тормозные режимы линейных двигателей для тяговых испытаний тракторов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2014. - № 98. - С. 298-308.
3. Давыдов С.К., Куроедов В.И. Электроснабжение и управление погружными электродвигателями // В сборнике: Научный потенциал вуза - производству и образованию сборник трудов по материалам Межвузовской научно-практической конференции, посвященной 89-летию Кубанского государственного технического университета. - 2007. - С. 14-16.

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**Е.Е. Дышкант<sup>1)</sup>**

1) ст. преп. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, ed0802@yandex.ru

**Аннотация:** в статье представлена структура разработанной интеллектуальной системы мониторинга потерь электроэнергии в электрических сетях промышленных предприятий нефтегазовой отрасли, предназначенной для автоматического регулирования уровня потерь электроэнергии и поддержания его на допустимом уровне.

**Ключевые слова:** потери электроэнергии, интеллектуальная система, контроль, прогнозирование, электросетевое устройство, датчик.

## INTELLECTUAL MONITORING SYSTEM OF LOSS OF ELECTRICITY IN ELECTRIC NETWORKS OF OIL AND GAS INDUSTRY ENTERPRISES

**E.E. Dyshkant<sup>1)</sup>**

1) Senior Lecturer of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia ed0802@yandex.ru, 8-918-287-16-29

**Abstract:** The article presents the structure of the developed intellectual system for monitoring electric power losses in electrical networks of industrial enterprises in the oil and gas industry, designed to automatically regulation of the energy losses level and maintain it at an acceptable level.

**Key words:** electric power losses, intellectual system, control, forecasting, power grid device, sensor.

Согласно [1], в настоящее время объем потерь электроэнергии ПАО «Россети» находится вблизи отметки в 10 %. Это ниже, чем в 90-е, но при этом выше, чем в 80-е годы, когда объем потерь в сетях Министерства энергетики СССР достигал 9 % [1]. Цифра в 10 % является максимальной с точки зрения физики, нормальным считается уровень в 4-5 % [1]. При этом 10% - это лишь средний объем потерь электроэнергии по стране, но при этом в отдельных дочерних и зависимых обществах потерь значительно превышал значение в 10 %. Очевидно, что без перехода с экстенсивного пути развития к пути качественного совершенствования электроэнергетического комплекса дальнейшего прогресса в снижении потерь электроэнергии достичь не удастся.

В этой связи был проведен патентный поиск в области устройств и способов для снижения потерь электроэнергии, а также контроля качества электроэнергии, рассмотрены патенты RU 2349012, RU 2541207, RU 2351049, RU 2548618.

Использование способов и устройств, описанных в рассмотренных выше патентах, по-отдельности было бы не столь продуктивным. В частности способ снижения потерь, приводимый в патентах [2] и [3], основан на выравнивании нагрузки фаз, но перечень мероприятий по снижению потерь электроэнергии лишь этим не ограничивается. В свою очередь, устройство [4], обладающее функцией записи потерь электроэнергии в постоянное запоминающее устройство, и вовсе напрямую не способно повлиять на величину потерь электроэнергии, а представляет интерес с точки зрения дальнейшего анализа сохранённых показателей. То же касается и устройства [5], в котором производится запись величины напряжения в постоянную память и сигнализация оператору в случае, если зафиксировано ее отклонение от некоторого эталонного значения.

Несомненным достоинством способов [2] и [3] является идея передачи управляющих сигналов от микроконтроллера к выключателям, которую можно охарактеризовать как обратную связь. Ее развитие применительно к другим электросетевым устройствам, оказывающим влияние на величину потерь электроэнергии, было бы весьма продуктивным.

Здесь просматривается техническое решение, основанное на объединении идей, предложенных в патентах [3], [4] и [5], принципиальная схема которого представлена на рис. 1.

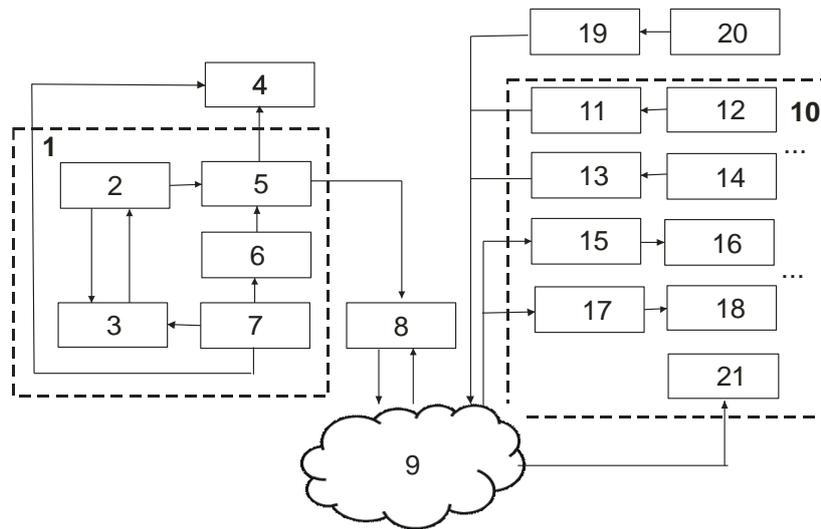


Рис. 1. Схема интеллектуальной системы контроля и прогнозирования потерь электроэнергии

Приемные, передающие, а также приемопередающие устройства представляют GSM-модемы.

Реализация интеллектуальной системы контроля и прогнозирования потерь электроэнергии будет способствовать снижению и стабилизации объема потерь электроэнергии, минимизации финансовых издержек предприятий нефтегазовой отрасли.

#### Список использованных источников

1. Дубенко Ю.В. Дышкант Е.Е. Интеллектуальная система контроля и прогнозирования потерь электроэнергии / Научно теоретический журнал Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2016. - № 3. - С. 131–135.
2. Патент РФ № 2007149185/09, 29.12.2007. Способ снижения потерь электроэнергии в распределительных сетях 6 (10)-0,4 кВ/ М.С. Гринкруг, И.А. Митин, Ю.И.Ткачева // Патент России № 2349012. Бюл. № 7.
3. Патент РФ № 2007149186/09, 29.12.2007. Способ снижения потерь электроэнергии /М.С.Гринкруг, И.А. Митин, Ю.И. Ткачева // Патент России № 2351049. Бюл. № 9.
4. Патент РФ № 2013133215/08, 16.07.2013. Интеллектуальная микропроцессорная система контроля и регистрации потерь электроэнергии в присоединениях распределительного устройства/ В.М. Абаимов, В.Ф. Ермаков, А.В. Горобец // Патент России № 2541207. Бюл. № 4.
5. Патент РФ № 2013121533/28, 07.05.2013. Сетевой блок контроля качества электроснабжения / Р.А. Дьяченко и др. // Патент России № 2548618. Бюл. № 11.

#### ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

О.И. Зинченко <sup>1)</sup>, Д.А. Трухан<sup>2)</sup>

1) студентка кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, zinchenko.olya@mail.ru

2) канд. техн. наук, зав. кафедрой ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, neoasp@yandex.ru

**Аннотация:** в статье приводятся основные показатели добычи и потребления продуктов нефтяной промышленности, а также рассматривается перспектива развития распределенной энергетики на территории страны.

**Ключевые слова:** энергоресурс, топливная энергетика, нефтяная промышленность, распределенная энергетика, энергообеспечение.

## ELECTRIC POWER ENGINEERING IN OIL AND GAS INDUSTRY

Olga I. Zinchenko<sup>2)</sup>, Dmitry A. Trukhan<sup>1)</sup>

1) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, zinchenko.olya@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Head of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, neoasp@yandex.ru

**Abstract:** the article contains the main indicators of the production and consumption of oil products, as well as the perspective of the development of distributed power generation in the country.

**Key words:** energy source, fuel energy, oil industry, distributed power generation, energy supply.

Российская Федерация обладает существенными запасами энергетических ископаемых и потенциалом возобновляемых источников, входит в десятку наиболее обеспеченных энергоресурсами государств. Традиционной, исторически самой значимой отраслью является топливная энергетика.

По последним данным потребление первичных энергоресурсов составляет около 699,0 млн тонн нефтяного эквивалента, из которых на природный газ приходится 53,2 %, а на нефть - 21,9 %. В настоящее время в связи с развитием электрификации и теплофикации производств, обуславливающих интенсивный рост потребления энергии, роль топливной промышленности возрастает, даже не смотря на то, что мировая энергетика вступила в постепенный переход от использования минерального топлива к возобновляемым и неисчерпаемым энергоресурсам, вес топливной энергетики в России остаётся значительным и роль её не уменьшается.

Основой топливной и в целом внутренней энергетики на сегодняшний день остаётся эксплуатация значительных газовых месторождений Западной Сибири, таких как Уренгойское, Ямбургское, Заполярное, а также в перспективе Бованенковское месторождения. В 2017 году добыча газа в России составила около 590 млрд м<sup>3</sup>, внутреннее потребление составило 386 млрд м<sup>3</sup>, что составляет больше половины всего энергопотребления в стране.

Второй по значению для внутренней энергетики подотраслью является нефтяная промышленность, обеспечивающая на 2017 год внутреннее потребление в размере около 110 млн т нефти и газового конденсата, что составляет около 20 % полного потребления энергоресурсов.

Следует уделить внимание тому, что большинство технологических объектов, относящихся к нефтяной и газовой промышленности нашей страны, является сложными, потенциально опасными производственным объектам, безопасная и эффективная эксплуатация которых невозможна без современных систем и средств автоматизации и электроэнергетики. В условиях территориальной распределенности и протяженности многих объектов, необходимости скоординированного управления с

помощью систем автоматики и электротехники осуществляется сбор, передача и обработка необходимого объема информации о техническом состоянии объектов, сокращается время на принятие решений по управлению, а в случае необходимости предотвращаются или уменьшаются последствия аварийных ситуаций. Исходя из этого возникает вопрос, связанный с энергообеспечением нефтегазовых предприятий, рисками, возникающими в процессе внедрения проектов распределенной энергетики. Острота проблемы очевидна – в текущей экономической ситуации предприятия стараются максимально мобилизовать свои ресурсы и оптимизировать затраты, так как известно, что расходы на электроэнергию для многих промышленных предприятий сейчас – одна из важнейших статей затрат. И нефтегазовая отрасль не является исключением.

Одним из наиболее перспективных выходов из сложившейся ситуации является концепция развития распределенной энергетики, подразумевающая строительство потребителями электрической энергии источников энергии компактных размеров или мобильной конструкции и распределительных сетей, производящих тепловую и электрическую энергию для собственных нужд, а также направляющих излишки в общую сеть. На усиление роли и влияния распределенной генерации на формирование условий для успешного развития промышленных предприятий в целом, а также на важность и значимость этой темы для нефтегазовой отрасли сегодня уделяется огромное количество времени. В перспективе распределенная генерация станет одним из важнейших факторов формирования новой конкурентной среды в Российской Федерации.

#### **Список использованных источников**

1. Трухан Д.А., Белозерская Т.Ю., Хомяков А.В., Москвитин А.А. Практические расчеты по основам электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий. - Армавир, 2017.
2. Трухан Д.А. Взаимосвязанный частотно-управляемый электропривод технологической линии скрутки и бронирования кабеля: автореферат дис. ... канд. техн. наук / Кубан. гос. технол. ун-т. - Краснодар, 2004.
3. Куроедов В.И., Орлов С.П., Щемелева Ю.Б., Трухан Д.А. О путях снижения потребления электроэнергии в экструзионных линиях // В сборнике: Эффективные энергетические системы и новые технологии Труды I Международной научно-практической конференции. - 2001. - С. 507-510.
4. Зуева В.Н., Трухан Д.А. Методы прогнозирования графика нагрузки электроэнергетических систем. - Армавир, 2017.

#### **ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО БАЛАНСА МОЩНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**В.Н. Зуева <sup>1)</sup>, И.Н. Богатырёв <sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, victoria\_zueva@list.ru

2) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир.

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены способы изменения работы электростанции с изменением потребляемой мощности.

**Ключевые слова:** мощность, электростанция, энергетический баланс, предприятия, станция.

## **PLANNING OF THE OPERATIONAL BALANCE OF ENTERPRISES POWER SYSTEMS OF OIL AND GAS INDUSTRY**

**Zueva B.H.<sup>1)</sup>, Bogatirev I. N. <sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, victoria\_zueva@list.ru

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia.

**Abstract:** In this article we consider the ways to change the operation of a power plant with a changing of power consumption.

**Key words:** power, power station, energy balance, enterprise, station.

Основными видами энергетических балансов предприятий нефтегазовой отрасли являются баланс активной мощности и баланс электроэнергии. Балансы мощностей дают картину использования мощностей агрегатов и станций, они необходимы для расчета режимов электрических систем, станций и сетей, для проведения ремонтов оборудования на станциях, для расчета затрат на эксплуатацию станций и системы. Баланс – равенство генерируемой и потребляемой мощности энергетического производства. На основе баланса мощностей системы задаются графики нагрузки электростанций и станции планируют свою работу – обеспечивают готовность оборудования к работе и выполнения функций возложенных системой на станцию.

Первой задачей для электростанции является предоставление электроэнергии ближайшим потребителям и предприятиям (3, 2, 1 категория электроснабжения). Из-за неравномерного потребления электроэнергии возникают периоды с максимальным и минимальным использованием мощности электростанции (часто максимум проявляется в вечернее время). В периоды с наименьшим потреблением электроэнергии станция работает «в холостую». Чтобы полезная мощность не пропадала её можно пере направлять в соседние города. Это позволит устранить возможные проблемы с нехваткой электроэнергии. Так же один из способов сохранить полезную мощность - это пере направить электроэнергию в накопители. Среди них можно выделить насосы закачивающие воду в бьеф. Электрические аккумуляторы, но из-за недолговечности их использование они оказываются нерентабельным. Это позволит не только сохранить излишек, но и появляется возможность быстро отреагировать на возникающие максимумы потребления. Ещё одним из плюсов накопителей электроэнергии является резервное питание в случае отключения основных элементов питания. На рисунке 1 приводится структурная схема, описывающая работу электростанции.

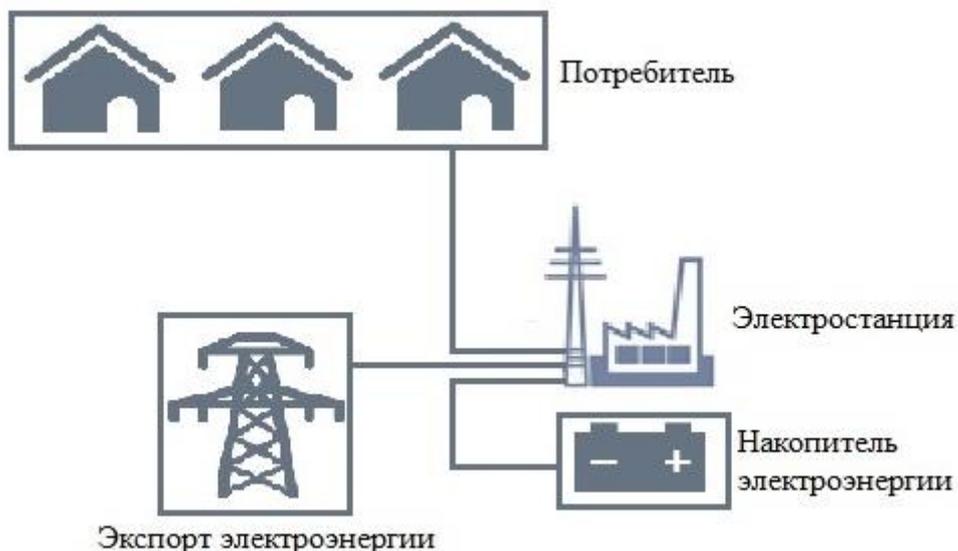


Рис. 1. Режимы работы электростанции

Ещё одним решением проблемы неравномерного потребления электроэнергии предприятий нефтегазовой отрасли является увеличение номинальной мощности электростанции, путём дублирования основных систем генерации. То есть установка дополнительных генераторов. В случае экстренной поломки основной системы будут включены заменяющие его установки. Это позволит произвести ремонт оборудования без изменения генерируемой мощности. Такой способ имеет очень большой недостаток. Это дороговизна проекта на стадии строительства. А так же большое потребление ресурсов, в случае работы основных и резервных систем одновременно. К преимуществам можно отнести: надёжность генерации электроэнергии, большой потенциал, малый коэффициент загрузки электростанции, долговечность работы, стабильный отпуск электроэнергии в случаях ремонта. Эти способы позволяют улучшить надёжность и стабильность электроэнергетических систем.

#### Список использованных источников

1. Зуева В.Н., Сова С.А. Компьютерное моделирование процесса передачи электроэнергии // Актуальные вопросы науки. - 2016. - С. 147-151.
2. Зуева В.Н., Дохоян Э.О. Оперативное планирование режима ЭЭС с упреждением на сутки // В сборнике: Прикладные вопросы точных наук Материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - 2017. - С. 111-114.
3. Зуева В.Н., Трухан Д.А., Карлов Д.Н. Нейросетевой модуль прогнозирования потребления электроэнергии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 132. - С. 1322-1331.
4. Сова С.А., Зуева В.Н. Моделирование процесса передачи электроэнергии // В сборнике: сборник докладов победителей и лауреатов XXII студенческой научной конференции АМТИ. - 2016. - С. 141-144.

#### ПОСТРОЕНИЕ OLAP КУБОВ ДЛЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

**В.Н. Зуева<sup>1)</sup>, Н.Э. Щедров<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, victoria\_zueva@list.ru

2) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, crisst2013@yandex.ru

**Аннотация:** в данной работе рассмотрено построение куба данных на основе использования технологий OLAP Data-mining.

**Ключевые слова:** хранилище данных, система прогнозирования, OLAP, куб данных.

## **BUILDING OLAP CUBES FOR FORECASTING SYSTEMS FOR ELECTRICITY CONSUMPTION OF OIL AND GAS INDUSTRIES**

**Victoria N. Zueva<sup>1)</sup>, Nikolai E. Shchedrov<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, victoria\_zueva@list.ru

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation,, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, crisst2013@yandex.ru

**Abstract:** In this work the construction of the data cube based on the use of technology OLAP Data-mining is considered.

**Key words:** data warehouse, prediction system, OLAP, data cube.

Управление предприятиями нефтегазовой отрасли немыслимо без процессов накопления, анализа, выявления определенных закономерностей и зависимостей, прогнозирования тенденций и рисков. Специфика нефтегазовой отрасли заключается в том, что она разрабатывает невозполняемые природные ресурсы в условиях неопределенности причинно-следственных связей. Одним из примеров задач интеллектуального анализа производственных данных является предсказание остановок скважин. Применение систем бизнес-аналитики требует хранения больших объемов данных. Модули хранения данных часто базируются на основе БД JDataStore.

Рассмотрим построение OLAP кубов для системы прогнозирования потребления электроэнергии для предприятий нефтегазовой отрасли. В ходе данной работы, используя функционал JDataStore, было построено несколько шаблонов кубов данных. В качестве мер в трехмерном кубе использованы максимумы мощностей, время максимума и разрешенное значение, а в качестве измерений – время, время суток, и суммарные мощности. Измерение времени группируется по году, месяцу и дню.

Для реализации системы прогнозирования были созданы следующие кубы:

Куб энергии, который состоит из двух измерений: времени (год... 5 мин.) и энергии.

Куб токов, который состоит из двух измерений: времени (год... 5 мин.) и токов.

Куб мощностей, который состоит из двух измерений: времени (год... 5 мин.) и мощности.

Куб счетчиков, который состоит из двух измерений: времени (год... 5 мин.) и счетчиков.

Куб суммарных мощностей, который состоит из двух измерений: времени (год... 5 мин.) и суммарных мощностей.

Куб утренних и вечерних максимумов, который состоит из трех измерений: времени (год-месяц-день), времени суток и суммарных мощностей.

Куб потребленной энергии по подразделениям, который состоит из двух измерений: времени (год-месяц-день) и потребленной энергии по подразделениям.

На рисунке представлен OLAP куб «Утренние максимумы» для системы прогнозирования нагрузки.

The diagram shows a 3D OLAP cube. The front face is a table with the following data:

	01.2016	02.2016	03.2016
ГРЭС	13123	13693	13500
КОКС	11320	12478	12763
ГНС	1200	1206	1406

The top face of the cube is labeled 'утро' (morning) and the bottom face is labeled 'вечер' (evening).

Рис. 1. OLAP куб «Утренние максимумы»

Достоинством использования хранилищ данных является поддержка многопользовательскую транзакционную работу с реляционными объектами, графикой и пользовательскими потоками данных.

Использование технологии OLAP позволяет аналитику посмотреть в удобном виде данные в виде «кубов», разворачивать и сворачивать их. OLAP предоставляет удобные быстродействующие средства доступа, просмотра и анализа деловой информации. Пользователь получает естественную, интуитивно понятную модель данных, организуя их в виде многомерных кубов. Нужный разрез или свод данных аналитик может проанализировать с помощью средств анализа данных.

#### Список использованных источников

1. Зуева В. Н., Трухан Д. А. Нейросетевое прогнозирование графиков нагрузки электрооборудования предприятий, организаций и учреждений: монография / Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – 131 с.

2. Зуева В.Н. Математическое обеспечение информационной системы учета и прогнозирования продовольственных ресурсов региона: автореферат дис. ... канд. техн. наук / Кубан. гос. технол. ун-т. - Краснодар, 2007.

3. Зуева В.Н., Трухан Д.А., Карлов Д.Н. Нейросетевой модуль прогнозирования потребления электроэнергии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 132. –С.. 1322-1331.

#### СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

**В.Н Зуева.<sup>1)</sup>, Н.Э. Щедров <sup>2)</sup>, А.А. Климов <sup>3)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, victoria\_zueva@list.ru

2) студент кафедры ВЭА АМТИ ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, crisst2013@yandex.ru

3) студент кафедры ВЭА АМТИ ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, aklimov150997@gmail.com

**Аннотация:** в данной работе рассмотрено взаимодействие системы учета потребления электроэнергии и СППР.

**Ключевые слова:** прогнозирование, обработка данных, потребление электроэнергии.

## **DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY**

**Victoria N. Zueva<sup>1)</sup>, Nikolai E. Shchedrov<sup>2)</sup>, Andrei A. Klimov<sup>3)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, victoria\_zueva@list.ru

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, crisst2013@yandex.ru

3) the student of the “Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia.

**Abstract:** this work shows the interaction of the electric energy metering and decision support system.

**Key words:** forecasting, data processing, electricity consumption.

Перспективным направлением в электроэнергетике является создание информационных систем, поддерживающих идеологию обеспечения сбора и интеграции данных технологического процесса с помощью баз данных, формирования информационной и адекватной модели объекта управления, решения задач контроля, анализа, управления электроэнергетическим оборудованием и электроснабжением на основе этих моделей.

СППР – это системы, обладающие средствами ввода, хранения и анализа данных, относящихся к определенной предметной области, с целью поиска решений. СППР в процессе управления электроснабжением позволяет автоматизировать достоверные рассуждения человека-эксперта в области электроэнергетики.

На основе анализа в реальном времени информации о входных и выходных сигналах, СППР делает заключения о том, что проведен анализ и спрогнозировано потребление электроэнергии по конкретному потребителю, а также о работоспособности системы принятия решений. Затем система выдает для ЛПР решение в режиме подсказки. На основе проведенного регрессионного анализа краткосрочного и оперативного прогнозирования электропотребления и анализа полученной информации системой выдаются решения для ЛПР. ЛПР реализует решение, если нет сигнала о неисправности. Подобные системы выполняют задачу

непрерывного мониторинга (слежения) за данными о потреблении и потерях электроэнергии.

На рисунке 1 представлена структура взаимодействия системы учета потребления электроэнергии и информационной системы обработки данных СППР.



Рис. 1. Структура взаимодействия ИСОД, СПР и управляющей подсистемы:  
X – входные сигналы а Y – выходные сигналы

Модель системы поддержки принятия решения при краткосрочных прогнозах электропотребления приводится на рисунке 2.

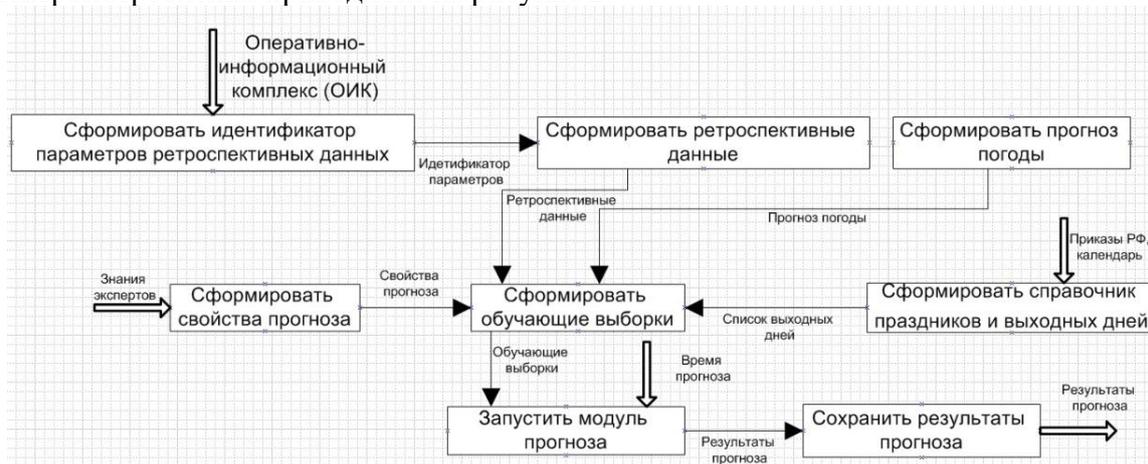


Рис. 2. Функциональная модель системы поддержки принятия решений при краткосрочных прогнозах потребления электроэнергии

СППР повышает эффективность работы предприятия за счет автоматизации рутинных операций, за счет учета в режиме реального времени, за счет быстрой и удобной подготовки информации для принятия решений на разных уровнях. СППР может быть интегрирована в структуру автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИСКУЭ, АСКУЭ) предприятий.

#### Список использованных источников

1. Зуева В.Н. Математическое обеспечение информационной системы учета и прогнозирования продовольственных ресурсов региона: дис. ... канд. техн. наук. - Краснодар, 2006.
2. Карлов Д.Н. Интеллектуальная многоконтурная система поддержки принятия решений аналитика: дис. ... канд. техн. наук / Кубан. гос. технол. ун-т. -Краснодар, 2010.

3. Зуева В.Н., Трухан Д.А., Карлов Д.Н. Нейросетевой модуль прогнозирования потребления электроэнергии // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 132. – С. 1322-1331.

## ИЗНОС ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В.Н. Зуева<sup>1)</sup>, Н.Э. Щедров<sup>2)</sup>, И.Е. Стаценко<sup>3)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, victoria\_zueva@list.ru

2) студент АМТИ ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, crisst2013@yandex.ru

3) студент АМТИ ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, s7ats@mail.ru

**Аннотация:** в данной работе рассмотрены причины износа изоляции трансформатора и метод определения ее срока службы.

**Ключевые слова:** трансформатор, старение изоляции, износ.

## ISOLATION DEPRECIATION OF TRANSFORMERS

Victoria N. Zueva <sup>1)</sup>, Nikolai E. Shchedrov <sup>2)</sup>, Ivan E. Statsenko <sup>3)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia ,victoria\_zueva@list.ru

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation,the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, crisst2013@yandex.ru

3) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation,the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, s7ats@mail.ru

**Abstract:** in this work the reasons of wear of isolation transformer and method of determining its service life are shown.

**Key words:** transformer, insulation aging, wear and tear.

В процессе эксплуатации трансформаторов химические и электрофизические свойства трансформаторного масла изменяются. Основными факторами старения трансформаторного масла являются окислительные превращения входящих в его состав углеводов. По мере накопления в масле кислых соединений образуются осадки, нерастворимые в масле.

Со временем под воздействием температуры, влаги, растворенного в масле кислорода, продуктов разложения масла и других факторов происходит старение изоляции. Старение считается результатом необратимых химических реакций, скорость которых зависит, главным образом, от температуры. Время, по истечении которого диэлектрик приходит в негодность, называется его сроком службы. При определении срока службы трансформатора используется формула Монтзингера или правило 8 градусов (1):

$$E = D \cdot e^{-p\vartheta}, \quad (1)$$

где  $D$  – постоянная установленная экспериментально,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  $p$  – эмпирический коэффициент;  $\vartheta$  – температура изоляции, принимаемая по наиболее нагретой точке обмотки,  $^{\circ}\text{C}$ .

Обычно срок службы изоляции трансформатора определяют, ориентируясь на номинальную температуру наиболее нагретой точки обмотки, принимаемую равной  $98^{\circ}\text{C}$ . Используя формулу Монтзингера (2), находим износ изоляции:

$$F = e^{0.1155(\vartheta-98)}, \quad (2)$$

Относительный износ  $F$  можно определить по следующим формулам (3):

$$F = \frac{1}{P} \cdot \int_0^{t_1} e^{p(\vartheta-\Theta_{\vartheta})} dt = \frac{1}{P} \cdot \int_0^{t_1} 2^{\frac{\vartheta-\Theta_{\vartheta}}{\Delta\vartheta}} dt, \quad (3)$$

где  $t_1$  – время воздействия температуры, ч;  $P$  – рассматриваемый период времени, ч.

Температура обмотки трансформатора изменяется вследствие колебаний нагрузки и изменения температуры охлаждающей среды – воздуха или воды. На основании большого числа наблюдений установлено, что изменение температуры охлаждающего воздуха  $\Theta_{\text{ос}}$ ,  $^{\circ}\text{C}$  в течение периода времени  $P$  (сутки, год) достаточно хорошо выражается функцией (4):

$$\Theta_{\text{ос}} = \vartheta_{\text{в.ср}} + \Delta\vartheta_{\text{в.мах}} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{P}\right), \quad (4)$$

где  $\vartheta_{\text{в.ср}}$  – среднесуточная или среднегодовая температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\Delta\vartheta_{\text{в.мах}}$  – амплитуда колебания температура от среднего значения,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $P$  – рассматриваемый период времени, сутки или год.

График функции показан на рисунке 1.

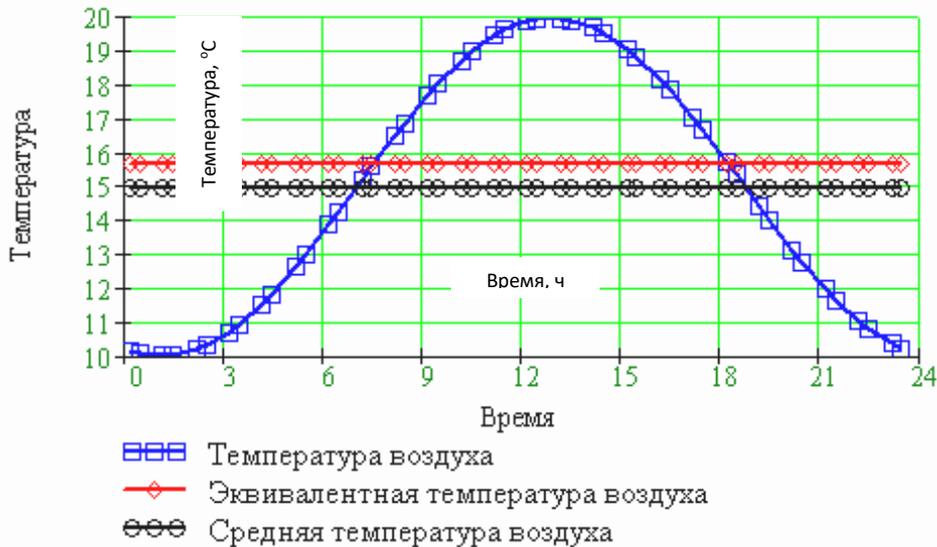


Рис. 1. Эквивалентная температура окружающей среды

Среднее значение температуры окружающей среды не может считаться характеристикой климатических условий места установки трансформатора с точки зрения износа его изоляции в связи с нелинейной зависимости износа от температуры. Поэтому вводится понятие эквивалентной температуры – неизменной температуры, при которой износ изоляции за рассматриваемый промежуток времени получается таким же, как и при естественной, изменяющейся в данной местности температуре

охлаждающей среды. Эквивалентная температура всегда выше средней, так как увеличение износа изоляции при более высокой температуре не компенсируется уменьшением его при понижении температуры на то же значение.

#### Список использованных источников

1. Зуева В.Н., Белозерская Т.Ю. Расчет потерь электроэнергии в силовом трансформаторе// Научно-методический электронный журнал Концепт. - 2015. - Т. 8. - С. 116-120.
2. Зуева В.Н. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Армавир, 2017.
3. Трухан Д.А., Белозерская Т.Ю., Хомяков А.В., Москвитин А.А. Практические расчеты по основам электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий. - Армавир, 2017.
4. Куроедов В.И., Давыдов С.К. Электрооборудование потребителей электрической энергии. - Краснодар, 2014.

### ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В.Н. Зуева<sup>1)</sup>, Д.М. Хворостянный<sup>2)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия. victoria\_zueva@list.ru

2) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия.

**Аннотация:** В данной статье рассмотрены возможные способы оптимального распределения нагрузки электроэнергетической системы.

**Ключевые слова:** мощность, электростанция, оптимизация, метод, электроэнергетическая система.

### OPTIMAL LOAD DISPATCH OF ELECTRIC ENERGY SYSTEM Victoria N. Zueva<sup>1)</sup>, D.M. Xvorostinnyi<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, victoria\_zueva@list.ru

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia,

**Abstract:** in this article we consider possible ways of optimal load distribution of the electric power system.

**Key words:** power, power station, optimization, method, electric power system.

В работе электростанций имеются периоды потребления минимума электроэнергии. В это время станции могут работать не в полную силу или работать в номинальном режиме выдавая полезную мощность, которая не используется. В связи с этим энергетические балансы мощности электроэнергии должны быть оптимальными.

Слово «оптимальный» подразумевает сравнительную оценку по принятому критерию оптимальности. Это может быть цена, издержки, показатели надежности и др. Одним из способов решения задач оптимального распределения электроэнергии является график нагрузки между станциями системы по различным критериям. Используя графическую интерпретацию метода при расчетах необходимо учитывать субъективную погрешность оценки результата. Суть метода заключается в построении результирующей характеристики относительных приростов, по которой определялось распределение мощности между станциями.

В ЭЭС работают станции с разными энергетическими характеристиками. Например, номинальная мощность, время необходимое на выход установки в рабочий режим и так далее. Эти параметры необходимо рассматривать при решении поставленной задачи. Для гидротепловой системы эта задача достаточно сложная, поэтому часто ее рассматривают по частям. Обычно, сначала для ТЭС строят их суммарную характеристику, а затем рассматривают распределение нагрузки между остальными станциями.

В процессе оптимизации должен решаться ряд взаимосвязанных задач:

- выбор оптимального распределения электрических нагрузок энергообъединения;
- выбор оптимального состава работающего оборудования;
- оптимальное планирование ремонтов энергооборудования;
- выбор оптимального распределения энергетических нагрузок районов теплоснабжения и другое.

На рисунке 1 приводится схема системы с условием оптимального распределения нагрузки. На схеме изображены три электростанции которые отдают часть своей мощности через линии электропередач в общую сеть. Которая в свою очередь обеспечивает необходимую мощность для потребителя.

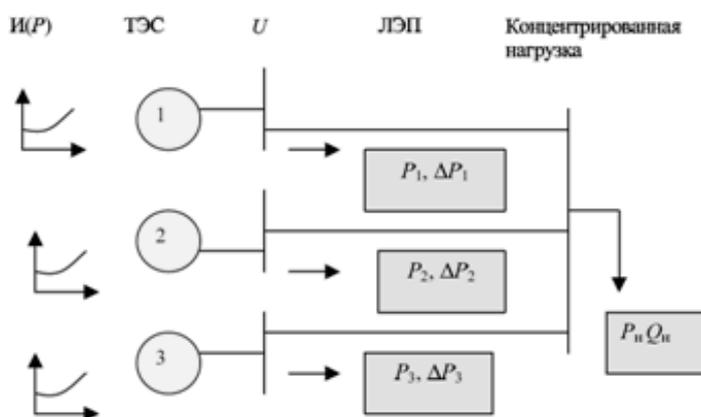


Рис. 1. Схема системы с условием оптимального распределения нагрузки

Изменение режима работы отдельных электростанций сказывается главным образом на топливной составляющей себестоимости электроэнергии в энергосистеме. Поэтому достижение минимума затрат на топливо означает и минимум затрат на производство электроэнергии. При одинаковых удельных затратах на одну тонну условного топлива на всех тепловых электростанциях оптимальный режим работы электростанций энергосистемы соответствует минимальным затратам на это топливо.

Изменение характеристик отдельных линий электропередач отражается важным параметром, связанный тепловыми потерями составляющие себестоимость электроэнергии в энергосистеме. Поэтому достижение минимума затрат на

передачу электроэнергии означает и максимум прибыли при производстве электроэнергии. В свою очередь усовершенствование линий электропередач способствует начальному удорожанию всей электроэнергетической системы. Но позволяет улучшить надёжность и качество этой системы. Так же к одним из способов оптимизации можно отнести более усовершенствованные типы установок в направлении надёжности. Это позволит уменьшить количество плановых проверок, частых выходов из строя оборудования, их замену в случае поломки.

Эти способы оптимизации помогут наладить работу электроэнергетической системы с наибольшей эффективностью и производительностью. Так же эти способы открывают направления для поиска оптимизации в менее заметные участки электроэнергетической системы.

#### **Список использованных источников**

1. Зуева В.Н., Трухан Д.А. Нейросетевое прогнозирование графиков нагрузки электрооборудования предприятий, организаций и учреждений. - Краснодар, 2017.
2. Зуева В.Н., Дохоян Э.О. Оперативное планирование режима ЭЭС с упреждением на сутки // В сборнике: Прикладные вопросы точных наук: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей. - 2017. - С. 111-114.
3. Зуева В.Н. Нейросетевое прогнозирование графиков нагрузки энергосистемы // Научно-методический электронный журнал Концепт. - 2015. - Т. 8. - С. 286-290.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**Д.Н. Карлов<sup>1)</sup>, В.А. Сергеев<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, karlov\_dima@mail.ru

2) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, vitalik.sergeev.94@mail.ru

**Аннотация:** в статье проанализированы принцип работы солнечной электростанции как одного из альтернативных источников энергии.

**Ключевые слова:** солнечная электростанция, полупроводник, солнечная панель, инвертор

#### **THE USE OF SOLAR ENERGY IN OIL AND GAS INDUSTRY**

**Dmitry N. Karlov<sup>1)</sup>, Vitaliy A. Sergeev<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia karlov\_dima@mail.ru

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, vitalik.sergeev.94@mail.ru

**Abstract:** in the article the principle of work of solar power station as one of alternative energy sources is analyzed.

**Key words:** solar power station, semiconductor, solar panel, inverter.

На Земле существуют разные альтернативные способы добычи энергии. Один из самых перспективных способов добычи является это извлечение энергии из солнца.

Солнечная энергия, как неисчерпаемый и экологически безопасный вид энергии, имеет большой потенциал в южных регионах с большим количеством солнечных дней. Актуальными могут быть предложения по возможному внедрению солнечной энергетической техники в основные направления нефтегазовой отрасли: в технологические процессы промышленного производства (альтернативный источник для удовлетворения коммунальных нужд на буровых установках и вахтовых поселках) и в новые процессы переработки углеводородного сырья.

В солнечной энергетике используются самые перспективные технологии из возобновляемых источников. В солнечной энергетике существуют три направления развития: солнечные водонагревательные установки, солнечные электростанции и фотоэлектрические преобразователи. Энергию из солнца преобразуют в электрическую при помощи солнечных электростанций (СЭС). Они имеют специальные устройства которые улавливают лучи света которые называются солнечные панели они преобразуют ее в электрическую энергию. Принцип ее работы основан на свойствах полупроводника в котором возникает ЭДС в зависимости от освещения света который называется фотоэлектрический эффект. Чем больше будет солнечного света тем больше электричества вырабатывают солнечные панели. На рисунке 1 изображена автономная СЭС она состоит из солнечных панели; распределителя с защитой; зарядное устройство; батареи; инвертор (преобразовывает напряжение). Принцип работы автономной СЭС: луч света падает на солнечные панели которые подключены к аккумулятору с помощью контроллера происходит преобразование солнечной энергию в электрическую. К аккумулятору подключается инвертор, где происходит преобразование постоянного тока в переменный ток и дальше преобразованная энергия идет к потребителю.

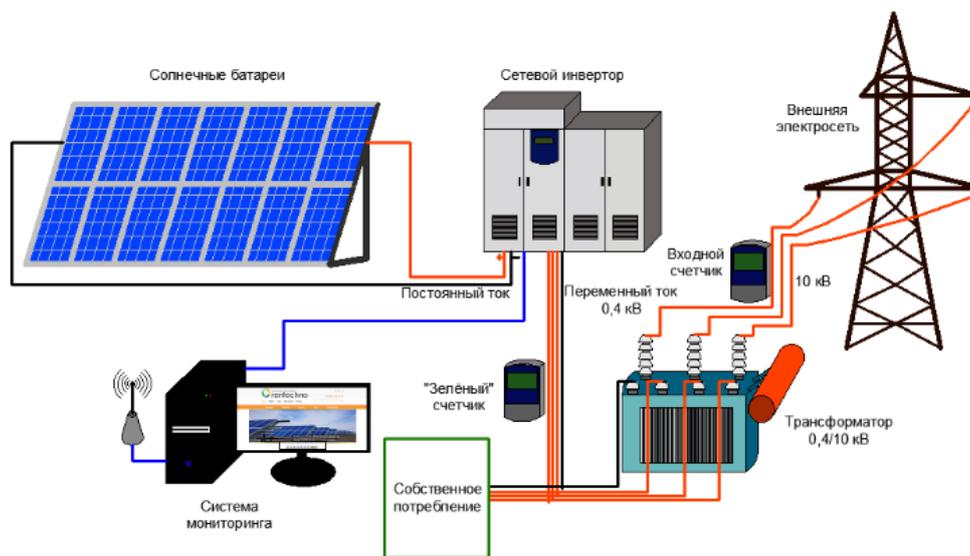


Рис. 1. Автономная СЭС

Солнечные установки находят применение в системах отопления и охлаждения жилых и общественных зданий, в технологических процессах, протекающих при низких, средних и высоких температурах, а также в выработке электроэнергии. Они используются для получения горячей воды, опреснения морской или минерализованной воды, для сушки материалов и сельскохозяйственных продуктов, выработке электричества и т.п. Благодаря солнечной энергии осуществляется процесс фотосинтеза и рост растений, происходят различные фотохимические процессы. К достоинствам солнечной энергетике относят: доступность и этот источник

энергии неисчерпаемый в условиях постоянного роста цен на невозобновляемых источниках энергии, полная безопасность для окружающей среды, так как нету вредных выбросов в окружающую среду. К недостаткам солнечной энергетики относят: зависимость от погоды и времени суток, необходимость использования больших площадей, необходимость периодической очистки отражающей/поглощающей поверхности от загрязнения, высокая стоимость конструкции, связанная с применением редких элементов, сложность производства и утилизации самих фотоэлементов в связи с содержанием в них ядовитых веществ, например кадмий, галлий, свинец, мышьяк и т. д.

Солнечная энергетика - это самый неисчерпаемый и экологический вид энергии благодаря которому человечество не будет наносить вред окружающей среде строя огромные и техногенные опасные электростанции и экономя природные ресурсы. Использование солнечной энергии на предприятиях нефтегазовой отрасли позволит понизить себестоимость продукции, а также будет способствовать предотвращению экологических проблем, вызванных потреблением не альтернативных источников энергии.

#### **Список использованных источников**

1. Кушнарченко А.А., Зуева В.Н. Экологические проблемы энергетики // В сборнике: Развитие природоохранной системы и экологии города/ Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. – 2017.
2. Гунькин В.Ю., Зуева В.Н. Экологические аспекты процесса генерации электроэнергии // В сборнике: Развитие природоохранной системы и экологии города/ Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. - 2017. - С. 109-111.

### **ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ГЕНЕРАТОРОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Д.Н. Карлов<sup>1)</sup>, В.А. Сергеев<sup>2)</sup>**

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, karlov\_dima@mail.ru

2) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, vitalik.sergeev.94@mail.ru

**Аннотация:** в статье был проанализирован магнитогидродинамический эффект и способ получения из него электрической энергии.

**Ключевые слова:** магнитогидродинамический эффект, магнитогидродинамический генератор, плазма, магнитное поле, электроды.

### **APPLICATION OF MAGNETIC HYDRODYNAMIC GENATORS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**Dmitry N. Karlov<sup>1)</sup>, Vitalii A. Sergeev<sup>2)</sup>**

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia karlov\_dima@mail.ru

2) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State

**Abstract:** in the article the magnetohydrodynamic effect and the method for obtaining electrical energy from it is analyzed.

**Key words:** magnetohydrodynamic effect, magnetohydrodynamic generator, plasma, magnetic field, electrodes.

Нефтегазовая промышленность - крупнейшая отрасль хозяйства страны. Основные залежи нефти и газа располагаются на Урале и в Поволжье, Дальнем Востоке, а также на Западно-Сибирской нефтяной базе. Данные регионы славятся не только богатыми природными ресурсами, но также и критической температурой. В данных условиях важно надежное энергообеспечение объектов отрасли, поэтому необходимо находить надежные варианты дизельных генераторов и электростанций, будь то аварийный источник питания, надежный резервный генератор или экономичный основной источник энергии. Магнитогиродинамический генератор является перспективной разработкой в данной отрасли, т.к. является очень экономичным по конструкции и по строительству генератором и при этом вырабатывающую большую мощность по сравнению с другими видами генераторов.

Магнитогиродинамический эффект - возникновение электрического поля и электрического тока при движении электропроводной жидкости или ионизированного газа в магнитном поле. Магнитогиродинамический эффект основан на явлении электромагнитной индукции, т.е. на возникновении тока в проводнике, пересекающем силовые линии магнитного поля. В данном случае, проводниками являются электролиты, жидкие металлы и ионизированные газы (плазма). При движении поперек магнитного поля в них возникают противоположно направленные потоки носителей зарядов противоположных знаков. На основе магнитогиродинамического эффекта созданы устройства - магнитогиродинамические генераторы (МГД генераторы), которые относятся к устройствам прямого преобразования тепловой энергии в электрическую.

На рисунке 1 изображена схема МГД генератора. Он состоит из канала, по которому движется рабочее тело (обычно плазма), системы электромагнитов для создания магнитного поля и электродов, которые отводят полученную энергию.

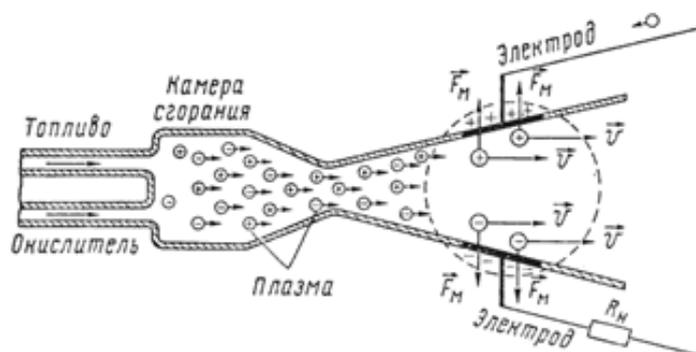


Рис. 1. Схема плазменного МГД-генератора

Принцип действия плазменного МГД-генератора основана на электропроводящей жидкости, которая течет в магнитном поле и при этом имеет компонента скорости, перпендикулярная вектору магнитной индукции, в жидкости возникает электрическое поле, и текут электрические токи. Эти токи взаимодействуют с магнитным полем. Плазма является хорошим проводником, но характерные размеры течений невелики, вследствие чего поля, возбуждаемые токами, малы или того же порядка, что и приложенное поле.

Если этот поток попадёт в область магнитного поля перпендикулярно силовым линиям, то на каждую заряженную частицу будет действовать сила Лоренца. Положительно заряженные частицы будут отклоняться в одну сторону, отрицательно заряженные – в противоположную. Если в нужных местах разместить два электрода, то на них будут скапливаться разноимённые заряды и возникнет ЭДС; а в проводнике, соединяющем электроды, пойдёт электрический ток.

К достоинству МГД-генератор относятся: повышение КПД на 10-20 % по сравнению с тепловыми электростанциями, возможность превращать тепловую энергию в электричество без промежуточных сложных устройств типа паровой турбины или двигателя внутреннего сгорания, большие мощности в одном агрегате, до 500-1000 МВт. К недостаткам МГД-генератор относятся: необходимость применения жаропрочных материалов, при температуре газа ниже 2 000 °С в нем остается так мало свободных электронов, что для использования в генераторе она уже не годится.

#### **Список использованных источников**

1. Пашков Н.И., Трухан Д.А. Разработка новых конструкций магнитопроводов торцовых асинхронных двигателей и технологии их изготовления // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 127. - С. 363-379.

2. Пашков Н.И., Трухан Д.А. Анализ технологии изготовления нетрадиционных конструкций магнитопроводов статоров электрических машин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 128. - С. 403-417.

3. Самородов А.В., Кириченко Д.А., Кравец Р.С., Зуева В.Н. Применение погружных вентильных электродвигателей скважных насосов - путь экономии потребления электроэнергии на нефтяных месторождениях // В сборнике: Технические и технологические системы Материалы седьмой международной научной конференции «ТТС-15»/ ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодарское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.К. Серова; Под общ. ред. Б.Х. Гайтова. 2015. С. 137-140.

### **ВНЕДРЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОМПЛЕКС ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С КОНДЕНСАТОРНЫМИ АККУМУЛЯТОРАМИ В.С. Куськов<sup>1</sup>, С.И. Моногаров<sup>2</sup>**

1) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, vasilii\_kuskov@mail.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия.

**Аннотация:** в статье предложено внедрение в нефтегазовый комплекс электростанций с конденсаторными аккумуляторами и рассмотрены их основные особенности.

**Ключевые слова:** суперконденсатор, параметры электроэнергии, бесперебойное электроснабжение.

### **INTRODUCTION OF POWER STATIONS WITH CAPACITOR ACCUMULATORS INTO OIL AND GAS COMPLEX V.S. Kuskov <sup>1</sup>, S.I. Monogarov <sup>2</sup>**

1) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State

Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, vasily\_kuskov@mail.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

**Abstract:** the article suggests the introduction of power stations with capacitor accumulators into the oil and gas complex and their main features are considered.

**Key words:** supercapacitor, power parameters, uninterrupted power supply.

Надежная и бесперебойная работа систем электроснабжения определяет стабильную работу всего нефтегазового комплекса.

В Российской Федерации главные резервы нефти и газа сконцентрированы в северных регионах, и их создание осложняется как серьезными климатическими условиями, так и существенной удаленностью от автотранспортных трасс и электросетей. Нередко в зонах изучения новых месторождений или не имеется технической возможности присоединения к централизованным электрическим сетям по причине нехватки электрической мощности в регионе, или осуществление технического присоединения экономически необоснованно. В таких условиях сложно обеспечить надежное и бесперебойное электроснабжение объектов нефтедобычи.

Чтобы решить эту проблему, необходимо внедрить электростанции с комплексом конденсаторных аккумуляторов, которые будут обеспечивать бесперебойную поставку электроэнергии без риска колебания параметров сети вне зависимости от времени суток.

Главным новшеством этой разработки станет суперконденсатор, который и будет являться основным элементом конденсаторного аккумулятора.

Супер- или ультраконденсаторы, известные также как высокоёмкие конденсаторы, накапливают энергию электростатическим способом, поляризуя раствор электролита. В процессе накопления энергии в суперконденсаторе не идет химическая реакция. Высокопроизводительные суперконденсаторы могут заряжаться и разряжаться тысячи раз из-за высокой обратимости механизма хранения энергии. Суперконденсатор - это электрохимический конденсатор, который способен накапливать очень большое количество электроэнергии, которой достаточно для питания не только одного устройства, но и всего технологического цикла. Более того, в дневное время суток, когда из-за большой общей нагрузки напряжение в сети падает, конденсаторный аккумулятор сможет компенсировать отклонения.

Достоинствами суперконденсаторов по сравнению с литий-ионными и литий-полимерными аккумуляторами являются высокая скорость заряда, эффективность и огромный ресурс.

Суперконденсаторы способны запастись большим количеством энергии в течение короткого промежутка времени, что позволяет сократить время подзарядки до минимума. Кроме того, они характеризуются высокой эффективностью. Если современные литий-ионные аккумуляторы способны отдать лишь порядка 60 % электроэнергии, затраченной на их зарядку, то у суперконденсаторов этот показатель превышает 90 %.

Еще одно важное преимущество — огромный ресурс. У литий-ионных и литий-полимерных аккумуляторов существенная деградация (снижение емкости относительно первоначального значения) наблюдается уже после нескольких сотен циклов заряда-разряда. А суперконденсаторы способны выдержать без заметной деградации порядка нескольких десятков тысяч циклов. [1]

С 2007 года на ОАО «Энергия» организовано серийное производство 9 наименований конденсаторов и 6 наименований разработанных ЗАО «Элтон» конденсаторных модулей [2].

Технические характеристики конденсаторных элементов представлены на рисунке 1.



Наименование	ЭК401	ЭК402	ЭК404	ЭК405	ЭК501	ЭК502	ЭК503
Применение	Запуск ДВС. Системы качественной энергии	Запуск ДВС	Транспорт с гибридным приводом. Системы качественной энергии. Электротранспорт	Запуск ДВС	Запуск ДВС	Системы качественной энергии	Транспорт с гибридным приводом. Электротранспорт
Диапазон рабочих температур, °С	-50 до +60						
Диапазон рабочих напряжений при +25°С, В	1,5/0,75	1,5/0,3	1,5/0,75	1,5/0,3	1,5/0,3	1,5/0,75	1,5/0,75
Емкость, Ф	10 000	10 000	12 000	12 000	6 000	6 000	7 200
Внутреннее сопротивление при +25°С, мОм	0,2	0,3	0,4	0,5	0,3	0,25	0,4
Внутреннее сопротивление при -30°С, мОм	0,3	0,4	0,6	0,8	0,5	0,4	0,7
Запасаемая энергия в диапазоне рабочих напряжений при +25°С, кДж	8,4	10,8	10,1	13	6,5	5,1	6,1
Габаритные размеры (LxWxH), мм	83,5x31,5x210	83,5x31,5x210	83,5x31,5x210	83,5x31,5x210	83,5x31,5x148	83,5x31,5x148	83,5x31,5x148
Масса, кг	1,1	1,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,6

Рис. 1. Технические характеристики конденсаторных элементов

Таким образом, электростанции с комплексом конденсаторных батарей помогут не только сохранить накопленную энергию, но и стабилизировать ее параметры, что поможет достичь существенного прогресса в нефтегазовом комплексе.

#### Список использованных источников

1. [http://www.nftn.ru/blog/sistemy\\_ehnergosnabzhenija\\_obektov\\_neftedobychi\\_snizhenie\\_potencialnykh\\_risikov/2016-09-15-1933](http://www.nftn.ru/blog/sistemy_ehnergosnabzhenija_obektov_neftedobychi_snizhenie_potencialnykh_risikov/2016-09-15-1933) Интернет-ресурс
2. <http://sdelanounas.ru/blogs/28261/> Интернет-ресурс

### ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ВЕТРО-СОЛНЕЧНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ЛОКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ЮГА РОССИИ

А.В. Самородов <sup>1)</sup>, В.А. Ким <sup>2)</sup>, А.А. Шаршак <sup>3)</sup>

1) канд. техн. наук, доц. кафедры ЭТЭМ ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Краснодар, Россия, alex.samorodoff@gmail.com.

2) студент кафедры ЭТЭМ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологически университет», г. Краснодар, Россия, vladk-kub@mail.ru.

3) студент кафедры ЭТЭМ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологически университет», г. Краснодар, Россия, vip.sharshak@mail.ru.

**Аннотация:** в статье рассмотрена возможность применения ветро-солнечного генератора в электроснабжении объектов нефтегазовой отрасли Юга России на основании карты ветровых районов и показателей солнечной активности.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика, ветро-солнечный генератор, Юг России.

# PROSPECTS OF INTRODUCTION OF WIND-SOLAR GENERATORS IN ELECTRICAL SUPPLY OF LOCAL OBJECTS OF OIL AND GAS INDUSTRY OF THE SOUTH OF RUSSIA

A.V. Samorodov <sup>1)</sup>, V.A. Kim <sup>2)</sup>, A.A. Sharshak <sup>3)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, alex.samorodoff@gmail.com.

2) the student of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, vladk-kub@mail.ru.

3) the student of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Krasnodar, Russia, vip.sharshak@mail.ru.

**Abstract:** in the article the possibility of application of wind-solar generator in power supply of objects of oil and gas industry of the South of Russia on the basis of a map of wind areas and indicators of solar activity is suggested.

**Key words:** alternative energy, wind-solar generator, South of Russia.

В настоящее время всё большую перспективу и важность, с точки зрения энергетической безопасности, демонстрирует альтернативная энергетика. В ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» на кафедре электротехники и электрических машин одним из направлений деятельности является разработка генераторов, использующих возобновляемые источники энергии для электроснабжения локальных объектов, их математическое описание и получение регулировочных характеристик. Одним из результатов этой работы является ветро-солнечный генератор [1, 2].

Ветро-солнечный генератор (ВСГ) – представляет собой сложное электромеханическое устройство. ВСГ совмещает в одном корпусе: два девятифазных синхронных генератора переменного тока, два девятифазных выпрямителя и трехфазный синхронный генератор переменного тока (девятифазные синхронные генераторы нужны для снижения коэффициента пульсации). Особенностью данной машины это возможность эффективного использования, например, в качестве преобразователя механической энергии вращения (энергии ветра), подаваемой на механический вход машины, и электрической энергии постоянного тока (световой энергии Солнца, преобразованной фотоэлектрическими преобразователями в электроэнергию постоянного тока).

Очевидным плюсом ВСГ является также то, что на выходе мы получаем трёхфазное напряжение, однако при необходимости генератор может иметь любое число фаз, что заметно повышает качество электроэнергии при использовании схемы генератор-выпрямитель-аккумулятор-инвертор. Ветро-солнечный генератор предложенной нами конструкции выполнен таким образом, что выработка электроэнергии возможна при скорости ветра, величина которой ограничена только техническими характеристиками ветроагрегата. Девятифазные обмотки позволяют снизить коэффициент пульсаций, а на выходе может быть любое число фаз, что является неоспоримым плюсом ВСГ. Однако к электроснабжению многофазной нагрузки, основу которой составляет электропривод, предъявляются более жёсткие стандарты качества электроэнергии.

Основным преимуществом ВСГ является то, что он способен вырабатывать электроэнергию даже в пасмурную погоду и при поломке или отсутствии фотоэлектрических преобразователей, что особенно актуально в период осень-зима, а также в ночное время суток. Единственным необходимым условием остаётся наличие ветра.

Требования некоторых потребителей нефтегазовой отрасли не являются жёсткими, что делает возможным использование ВСГ для электроснабжения вахтовых помещений и некоторых установок, в особенности локальных в том, случае, если прокладка ЛЭП либо постоянные поставки топлива для дизель-генераторов экономически нецелесообразны, а погодные условия идеально подходят для установки возобновляемых источников энергии.

Климатические и астрономические особенности юга России, в особенности Краснодарского края заключаются в том, что в период с весеннего равноденствия до осеннего равноденствия высота солнца в верхней кульминации не опускается ниже 45 градусов, а в летнее время в этот момент она составляет более 68 градусов, что в дневное время обеспечивает высокий уровень вырабатываемого солнечными батареями напряжения. В период с осеннего равноденствия по весеннее высота солнца мала и в момент верхней кульминации солнце не поднимается выше 45 градусов, а в день зимнего солнцестояния высота в верхней кульминации не более 21 градуса. Поэтому для нормальной выработки ФЭП электроэнергии необходима система ориентирования солнечных батарей по солнцу, что требует дополнительных затрат [3].

Однако в осенне-зимний период в прибрежной полосе Краснодарского края средняя скорость ветра находится в пределах 4-5 м/с что достаточно для работы ВСГ [4].

С учётом того, что основная часть нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих комплексов находятся в южной части Краснодарского края и РФ в полосе не выше 50 градусов Северной широты, а также в зонах с высокой среднегодовой скоростью ветра делаем вывод о целесообразности применения ВСГ для маломощных потребителей нефтегазовой отрасли юга РФ не предъявляющих высоких требованиями к качеству электрической энергии.

#### **Список использованных источников**

1. Аксиальный двухходовый бесконтактный ветро-солнечный генератор: пат. 2561504 РФ / Б.Х. Гайтов Б.Х., Я.М. Кашин, А.Я. Кашин, Л.Е. Копелевич, А.В. Самородов. Оpubл. 27.08.2015, Бюл. № 24.
2. Ветро-солнечный генератор для систем автономного электроснабжения / Б.Х. Гайтов и др. // Электричество. – 2018. - №1 – С.19-27.
3. Количество солнечной энергии в регионах России // Официальный сайт. Режим доступа: <http://realsolar.ru/13890.html> (дата обращения: 15.01.2018).
4. Карта ветровых районов России // Официальный сайт. Режим доступа: <http://www.angar21.ru/map-veter> (дата обращения: 16.01.2018).

#### **ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В CODESYS**

**А.А. Татинцян<sup>1)</sup>, С.И. Моногаров<sup>2)</sup>**

1) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, [sasha-868@yandex.ru](mailto:sasha-868@yandex.ru)

2) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия

**Аннотация:** в статье показана и описана программа управления насосной пожаротушения в программе Codesysна языке CFC.

**Ключевые слова:** насосная пожаротушения, программа, управление, автоматизация, Codesys, CFC.

## CONTROL PROGRAM OF PUMPING FIRE FIGHTING IN CODESYS

A.A. Tatintsyan<sup>1)</sup>, S.I. Monogarov<sup>2)</sup>

1) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, sasha-868@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia.

**Abstract:** the article shows and describes the program of firefighting pump control in the Codesys program in CFC language.

**Key words:** firefighting pump, program, control, automation, Codesys, CFC.

Программа для автоматизации одного из видов насосных пожаротушения написана в программном комплексе Codesys3.5 на языке функциональных блоков CFC. В предыдущих статьях было изложено подробное описание данной программы, от этапов установки до изучения интерфейса и основных инструментов программирования, поэтому в этой статье будет описана непосредственно сама программа управления насосной пожаротушения, но для начала давайте рассмотрим принцип ее работы. [1]

Запуск системы пожаротушения осуществляется при срабатывании газовой или дифференциальной защиты установленной на трансформаторе. После запуска системы включается насос, стоящий в режиме «Рабочий», открывается задвижка пожарного насоса, в течение 30 секунд при достижении давления в напорном трубопроводе 4,5 атм. открывается задвижка на поврежденном трансформаторе, и производится тушение пожара через форсунки распылителей. Поврежденный трансформатор выбирается схемой работы дифференциальной защиты. В случае не достижения давления данной величины, по каким либо причинам, через 30 секунд запускается пожарный насос, стоящий в режиме «Резервный» и отключается насос, стоящий в режиме «Рабочий».

При достижении давления в сухотрубах величины, равной 1 атм. замыкается цепь на остановку пожарного насоса. Одновременно, с этим замыкается также цепь на закрытие всех задвижек на сухотрубах, но закрываться будет только та, которая на данный момент открыта. Рассмотрим программный код, представленный на рис. 1, и изучим принцип работы программы.

В данной программе имеются три входных блока, два из них «d1» и «d2» определяют работу датчиков, определяющих наличие пожара и установленных на разных трансформаторах. Третий входной блок «d1» предназначен для подключения датчика деления и передачи значения в саму программу (более подробное описание всех основных функциональных блоков в Codesys и описание их работы можно изучить в одной из предыдущей статье) [2].

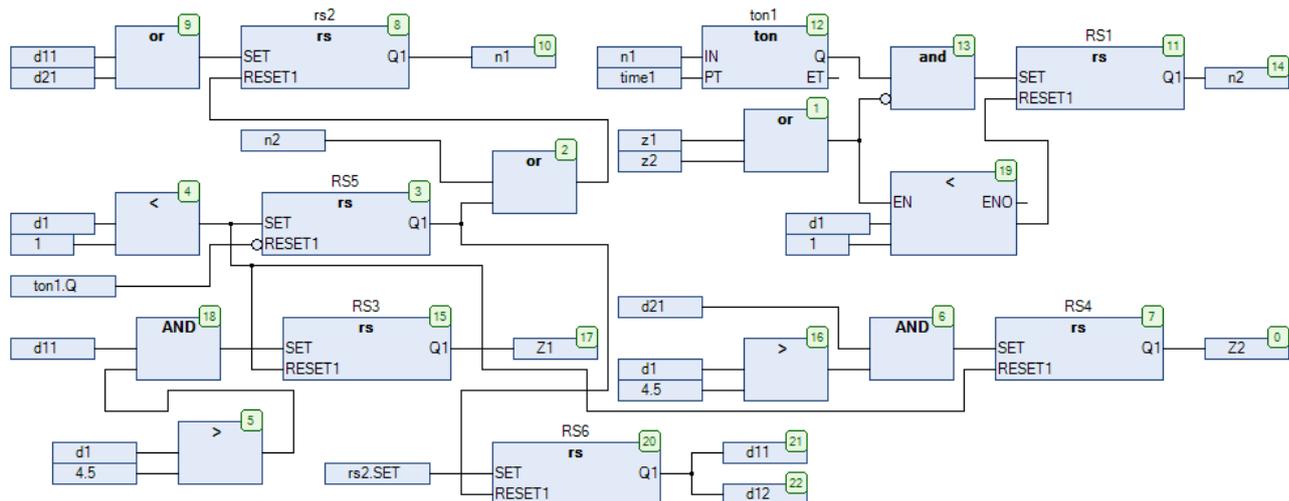


Рис. 1. Программа управления насосной пожаротушения в Codesys

При срабатывании одного из датчиков, включается насос «Рабочий» - «n1» с помощью RS-триггера, который передает логическую единицу на выход при подаче ее на вход «Set» и логический ноль при подаче на вход «Reset» [3]. Его включение запускает таймер «TON1», установленный на 30 секунд, если по истечению этого времени ни одно из задвижек «Z1» или «Z2» не открыты, то включается насос «Резервный» - «n2» а другой насос отключается, так как сигнал от «n2» передается на вход «Reset» триггера. То есть на вход блока «AND» подается выходной сигнал от таймера и инвертирующий сигнал от блоков, определяющих положение задвижек. При достижении давления больше 4.5 атм. открывается одна из задвижек, в зависимости от того, какой датчик сработал. Для этого мы подключаем блок «>», где сравнивается значение датчика давления и уставка, и датчики через блок «AND» на соответствующую определенному датчику задвижку. Насос «n1» и датчики отключаются при снижении давления ниже 1 атм. триггером «RS5» и при условии наличия сигнала на выходе таймера, то есть работы самого насоса. А «n2» при таком же давлении, только при условии того, что задвижки были открыты, подавая сигнал на вход «EN» блока «<», иначе они не будут включены, так давление изначально меньше 1 атм.

На интерфейсе работы программы можно видеть работу всех устройств за счет соответствующих индикаторов, а также показания датчика давления.

В результате мы создали программу управления насосной пожаротушения, которая может быть использована для различных установок, например для трансформаторов, что является очень актуальным. Важно отметить, что количество задвижек, а соответственно количество установок, требующих наличия возможности пожаротушения может быть изменено, все зависит от производства и его технологического процесса.

### Список использованных источников

1. Татинця А.А., Моногаров С.И. Начало работы в CODESYS // Молодежный научный форум: технические и математические науки. - 2016. - № 11 (40). - С. 188-194.
2. Татинця А.А., Моногаров С.И. Основные функциональные блоки в Codesys // Сборник докладов победителей и лауреатов XXIII студенческой научной конференции. – АМТИ, 2017. - С. 95-98.

3. Татинця А.А., Моногаров С.И. Изучение программы реверсивного пуска двигателя в CODESYS // В сборнике: СБОРНИК СТАТЕЙ КОНФЕРЕНЦИИ сборник статей студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава по результатам Международных научных конференций. - 2017. - С. 154-156.

### ПРОГРАММА УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ В CODESYS

А.А. Татинця<sup>1)</sup>, С.И. Моногаров<sup>2)</sup>

1) студент кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия, sasha-868@yandex.ru

2) канд. техн. наук, доц. кафедры ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», г. Армавир, Россия

**Аннотация:** в статье показана и описана программа управления системой охлаждения в программе Codesys на языке CFC.

**Ключевые слова:** система охлаждения, программа, управление, автоматизация, Codesys, CFC.

### CONTROL PROGRAM OF COOLING SYSTEM IN CODESYS

А.А. Tatintsyana<sup>1)</sup>, S.I. Monogarov<sup>2)</sup>

1) the student of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, sasha-868@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, of the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia

**Abstract:** the article shows and describes the control program of the cooling system in the Codesys program in CFC language.

**Key words:** cooling system, program, control, automation, Codesys, CFC.

Как известно в автотрансформаторе (АТ) установлена система охлаждения, но проблема перегрева масла все равно остается актуальной для некоторых АТ. Программа для ее управления написана в программном комплексе Codesys3.5 на языке функциональных блоков CFC. В предыдущих статьях было изложено подробное описание данной программы, от этапов установки до изучения интерфейса и основных инструментов программирования, поэтому в этой статье будет описана непосредственно сама программа управления системой охлаждения, но для начала давайте рассмотрим принцип ее работы [1].

Система охлаждения состоит из нескольких охлаждающих устройств. В него входит два воздушных вентилятора и один масляный электронасос. Питание эл.двигателей системы охлаждения осуществляется от сети 3-х фазного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц.

Минус данной системы охлаждения в том что, масло имеет большую инерционность и, нагреваясь, требует большое количество времени для охлаждения.[2] Поэтому перед нами стоит задача по модернизации воздушной системы охлаждения путем установки на каждый вентилятор частотных регуляторов, которые будут изменять частоту вращения основных вентилях пропорционально температуре масла. Наша задача – регулировать температуру масла в диапазоне от 20 до 40 градусов Цельсия, именно в этом случае потери трансформатора будут минимальны. Рассмотрим программу управления системой охлаждения, представленной на рисунке 1.

В данной программе есть два входных блока «АТ1» и «Т». Первый определяет в рабочем или отключенном состоянии находится автотрансформатор, а второй передает значение температуры трансформаторного масла. Также есть три выходных блока «Gz1», «Gz2» и «Gz3», которые настраивают частотные преобразователи на нужную частоту для передачи ее на эл.двигатели вентиляторов (более подробное описание всех основных функциональных блоков в Codesys и описание их работы можно изучить в одной из предыдущих статей) [3].

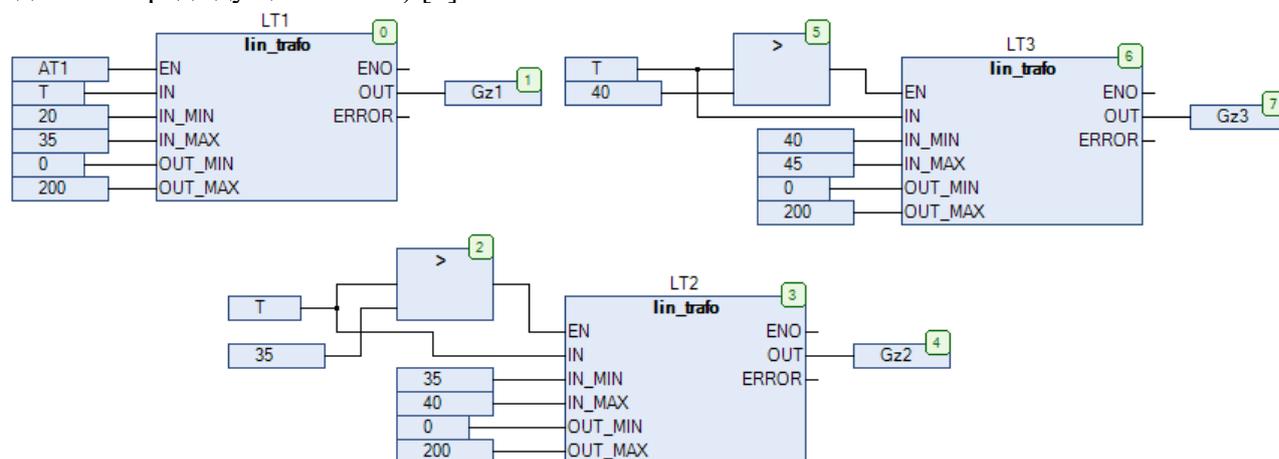


Рис. 1. Программа управления системой охлаждения в Codesys

Основным блоком управления процессов настройки необходимой частоты является блок «Lin\_Trafo» с подключенным дополнительным входом «EN», только после подачи на этот вход логической единицы блок может передавать сигналы на свои выходы. У данного блока есть пять выходов. Первый - «IN», на него подается входной блок, «Т». На второй и третий его входа «IN\_MIN» и «IN\_MAX» мы подаем значения определяющие диапазон изменения температуры, при котором будет происходить изменение частоты, диапазон которой подается на четвертый и пятый входа данного блока, названные как «OUT\_MIN» и «OUT\_MAX». На выход «OUT» блока «Lin\_Trafo» мы подключаем блоки «Gz1», «Gz2» и «Gz3». Таким образом, для первой группы вентиляторов (за него отвечает блок «LT1») при температуре в ниже 20 °С, частота, подаваемая на двигатель, будет равна 0 Гц, то есть вентилятор будет отключен, но пропорционально повышению температуры до 35°С частота будет возрастать до 200 Гц и тем самым скорость вращения вентилятора станет максимальной. Если температура повысится больше 35 °С, то в работу включиться вторая группа вентиляторов (за него отвечает блок «LT2»), частота их также будет увеличиваться с ростом температуры до 40 °С. И по тому же принципу, когда температура трансформаторного масла достигнет 40 °С, включиться в работу третья группа вентиляторов. При 45 °С все группы вентиляторов будут работать на максимальной скорости, что приведет к скорейшему охлаждению трансформаторного масла.

В интерфейсе работы программы мы можем наблюдать значения всех необходимых нам величин, а именно температуру масла и частоту, подаваемую на все вентиляторы, разделенные на три группы.

Таким образом, мы получили программу управления системой охлаждения автотрансформатора за счет регулирования частоты двигателя частотным преобразователем, подключенным к ПЛК. Данная программа позволит поддерживать температуру наиболее благоприятную для его работы.

### Список использованных источников

1. Татинця А.А., Моногаров С.И. Начало работы в CODESYS // Молодежный научный форум: технические и математические науки. - 2016. - № 11 (40). – С. 188-194.
2. Татинця А.А., Головкина О.С. Использование частотного регулирования в системе охлаждения автотрансформатора // Достижения науки и образования. – 2016. - № 9 (10). - С. 13-14.
3. Татинця А.А., Моногаров С.И. Основные функциональные блоки в Codesys // Сборник докладов победителей и лауреатов XXIII студенческой научной конференции. – АМТИ, 2017. - С. 95-98.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Д.А. Трухан<sup>1)</sup>, С.П. Орлов<sup>2)</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ», Россия, г. Армавир, neoasp@yandex.ru

2) канд. техн. наук, инженер АО «НЭСК» «Лабинскэнергообит», Россия, г. Лабинск.

**Аннотация:** в статье рассматриваются способы повышения энергоэффективности добычи нефти при помощи оптимизации установок электроприводных центробежных насосов.

**Ключевые слова:** энергосбережение, электропривод, насосная станция, дросселирование, энергопотребление, вентильный двигатель, асинхронный двигатель.

### PROSPECTS OF APPLICATION OF ADJUSTABLE ELECTRIC-DRIVING CENTRIFUGAL PUMPS

Dmitry A. Trukhan<sup>1)</sup>, Sergey P. Orlov<sup>2)</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, neoasp@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), JSC «NESK» «Labinskenergosbyt», city of Labinsk, Russia.

**Abstract:** in the article describes the ways to increase energy efficiency of oil production by means of optimization of electric drive centrifugal pumps.

**Key words:** energy saving, electric drive, pumping station, throttling, power consumption, valve motor, induction motor.

Внедрение энергосберегающих технологий, повышение энергоэффективности и рациональное использование электроэнергии в нефтегазовом и нефтехимическом комплексах России является одной из основных и приоритетных задач отрасли. Для большинства предприятий отрасли актуальной является задача модернизации производственной инфраструктуры. Согласно анализу данных энергетического баланса, более 65 % всей электроэнергии, потребляемой нефтяной промышленностью России расходуется на подъем пластовой жидкости на земную поверхность с помощью установок электроприводных центробежных насосов (УЭЦН). Решение вопросов повышения энергоэффективности добычи нефти необходимо начинать с оптимизации использования именно этого вида оборудования.

Изменение режимов работы насосной станции может осуществляться одним из способом:

– изменением характеристики внешней магистральной сети, которая реализуется дросселированием потока жидкости при помощи специальных устройств регулирования (задвижки или вентиля), или изменением диаметра трубопровода. Этот способ регулирования неэкономичный, поскольку приводит к непродуктивным потерям энергии в дросселе;

– при помощи перетока определенного объема жидкости с линии нагнетания на вход УЭЦН, что также снижает общее КПД установки;

– изменением характеристик УЭЦН, которое достигается только двумя методами или обрезанием рабочего колеса, или изменением частоты вращения вала УЭЦН. Эффект дросселирования прост по своей технической реализации, но большей эффективностью обладает метод регулирования частоты вращения с помощью преобразователей частоты (ПЧ).

Другой причиной, по которой используются ПЧ являются: снижение энергопотребления, уменьшается в порядка на 30 %, плавное управление, снижающее вероятность гидроударов в питающей магистрали, что в свою очередь положительно сказывается на сроке службы трубопроводов и запорной арматуры их техническом обслуживании и ремонте. Плавный пуск и отсутствие больших пусковых токов улучшают в целом производительность УЭЦН. Коэффициент мощности электропривода УЭЦН близок к единице, питающая сеть не нагружена лишним реактивным током. Использование ПЧ позволяет создать автоматизированную систему управления параллельной работы УЭЦН различной производительности на одном магистральном трубопроводе.

Вентильные двигатели (ВД) обладают совокупностью характеристик, которые обеспечивают их существенные преимущества перед асинхронными двигателями (АД), имеющим возможность регулирования частоты вращения при работе с преобразователем частоты.

Улучшение характеристик при замене в УЭЦН на вентильных двигателях обеспечивается за счет:

– более высоких значений КПД двигателей ВД, при этом увеличение составляет не менее 5 % по сравнению с КПД электропривода с АД;

– более низких значениях рабочего тока;

– возможности регулирования частоты вращения. Так, при снижении частоты вращения УЭЦН на 4 % потребляемая насосом мощность снижается не менее чем на 11 %;

Как показывают экспериментальные, данные в области частот вращения 1 500–4 000 об/мин ВД показывают более лучшие энергетические характеристики по сравнению с АД: они имеют повышенный на 6-10 % КПД по сравнению с приводом на основе асинхронного электродвигателя с регулированием от частотного преобразователя. При том же напряжении питания потребляемый ими ток примерно на 20 % меньше. ВД также эффективны в области частот вращения от 100 до 1 500 об/мин, так и выше 4000 об/мин, а также в приводе установок третьего и меньших габаритов для всех частот вращения. Конструкция вентильных электродвигателей отличается от асинхронных в основном тем, что на роторе вместо короткозамкнутой «беличьей клетки» размещены постоянные магниты.

ВД имеют число пар полюсов больше единицы, что приводит к появлению сил одностороннего магнитного притяжения, которые дополнительно нагружают подшипники, смещая пакеты ротора относительно оси вращения. Это приводит к увеличению дисбаланса и, следовательно, вибрации, особенно на повышенных частотах вращения. Указанные силы тем больше, чем меньше электромагнитный зазор между статором и ротором и чем выше магнитная проницаемость элементов ротора, обращенных к статору.

## Список использованных источников

1. Трухан Д.А. Модернизация электропривода и системы управления машин кабельного производства. // В сборнике: Современная техника и технологии Сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. - 2011. - С. 548-549

2. Трухан Д.А. Взаимосвязанный частотно-управляемый электропривод технологической линии скрутки и бронирования кабеля. Автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кубанский государственный технологический университет. - Краснодар, 2004.

3. Практические расчеты по основам электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий/ Д.А. Трухан и др. - Армавир, 2017.

### ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ Д.А. Трухан<sup>1</sup>, С.П. Орлов<sup>2</sup>

1) канд. техн. наук, зав. кафедрой ВЭА АМТИ (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Россия, г. Армавир neoasp@yandex.ru

2) канд. техн. наук, инженер АО «НЭСК» «Лабинскэнергосбыт», Россия, г. Лабинск.

**Аннотация:** в статье приведены приоритетные направления в области энерго- и ресурсосбережения, а также потенциальные возможности энергосбережения, которые имеются на каждой стадии технологического процесса добычи и переработки нефти.

**Ключевые слова:** энергосбережение, ресурсосбережение, технологический процесс, автоматический контроль, попутный нефтяной газ

### PRIORITY DIRECTIONS OF ENERGY SAVING IN OIL AND GAS INDUSTRY Dmitry A. Trukhan<sup>1</sup>, Sergey P. Orlov<sup>2</sup>

1) Cand.Sc.(Tech.), Associate Professor, head of the Department of Intra-factory Electric Equipment and Automation, the Armavir Mechanical and Technological Institute (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, neoasp@yandex.ru

2) Cand.Sc.(Tech.), JSC «NESK» «Labinskenergosbyt», city of Labinsk, Russia.

**Abstract:** the article shows priority directions in the field of energy and resource saving, as well as possible energy saving opportunities at each stage of the technological process of oil production and processing.

**Key words:** energy saving, resource saving, technological process, automatic control, associated petroleum gas.

В нефтяной промышленности в качестве приоритетных направлений в области энерго- и ресурсосбережения выделены следующие:

– утилизация попутного нефтяного газа, в настоящее время сжигаемого в факелах 912 млрд м<sup>3</sup> в год;

– создание и широкое применение блочно–комплектных автоматизированных газотурбинных теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), работающих на сырой нефти и попутном нефтяном газе, в сочетании с котлами–утилизаторами, блоками по закачке в пласт дымовых газов с целью повышения их нефтеотдачи;

– создание и внедрение парогенераторов и водогрейных котлов, специально приспособленных для работы на сырой нефти или попутном нефтяном газе для выработки тепла с целью его закачки в продуктивные пласты для повышения их нефтеотдачи.

- Потенциальные возможности энергосбережения имеются на каждой стадии технологического процесса добычи и переработки нефти:
- при бурении скважин:
  - необходимость регулирования скорости вращения и электропотребления привода долота бурильной колонны в зависимости от свойств разбуриваемой породы;
  - управление производительностью бурового насоса в зависимости от глубины бурения и свойств пород, управление скоростью и моментом, реверсирование буровой лебедки в процессе бурения;
  - уменьшение износа бурильной колонны и долота путем сокращения числа подъемов–спусков рабочего инструмента;
  - мгновенное автоматическое ограничение мощности при перегрузках, защита электродвигателя, предотвращение разрушения бурильных колонн, долот и др.;
  - автоматическая компенсация падения напряжения в длинных питающих и выходных кабелях, оптимальное использование электродвигателей и др. электрооборудования;
  - повышение производительности и увеличение срока службы бурового оборудования;
  - замена на перспективные электроприводы переменного тока на базе асинхронного, а там где возможно вентильного двигателя.
- при добычи нефти:
- управление производительностью нефтедобывающих насосов в зависимости от дебита и глубины скважины, состава и физических свойств нефти, условий окружающей среды;
  - автоматическое управление производительностью перекачивающих насосов для поддержания заданного давления (расхода) нефти и воды в трубопроводных системах;
  - автоматический контроль и мгновенное ограничение перегрузок, защита оборудования;
  - замена прямых пусков электродвигателей плавным частотным пуском;
  - увеличение межремонтных циклов и срока службы оборудования;
  - циклическое изменение скорости спуска–подъема штанги станка–качалки при повышении производительности;
  - существенное снижение энергопотребления оборудования и увеличение срока его службы;
  - притранспортировка нефти:
  - плавный частотный пуск мощных электродвигателей и механизмов;
  - исключение гидравлических ударов в трубопроводных системах;
  - энергосбережение и увеличение срока службы оборудования.
- при первичная обработка и подготовка нефти:
- автоматическое частотное управление производительностью насосных агрегатов для поддержания технологических параметров: давления, расхода, уровня, температуры и т.п.;
  - повышение точности и быстродействия работы запорно–регулирующей арматуры;
  - энергосбережение и увеличение срока службы оборудования;
- при нефтепереработке:
- автоматическое частотное управление производительностью насосных агрегатов для поддержания технологических параметров: давления, расхода, уровня, температуры и т.п.;
  - повышение точности и быстродействия работы запорно–регулирующей арматуры;
  - увеличение производительности;

Важнейшим направлением энергосбережения в нефтегазовой отрасли является комплексная оптимизация электропотребления технологически взаимосвязанной системы электроприводов. Решение проблемы энергосбережения должно проходить в рамках системного подхода учетом особенностей характеристик всех элементов системы, технологических связей и ограничений.

#### **Список использованных источников**

1. Классификация и система обращения с отходами первичной переработки нефти/ Т.Н. Боковикова и др. // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. -. 2013. - № 11. - С. 36-40.

2. Трухан Д.А. Взаимосвязанный частотно-управляемый электропривод технологи-ческой линии скрутки и бронирования кабеля. Автореферат диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Кубанский государственный технологический университет. - Краснодар, 2004.

3. Практические расчеты по основам электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий/ Д.А. Трухан и др. - Армавир, 2017.

**ИТОГИ РАБОТЫ**  
**Международной научно-практической конференции,**  
**посвященной 100-летию**  
**Кубанского государственного технологического университета**  
**и 25-летию кафедры машин и оборудования нефтяных**  
**и газовых промыслов**  
**Армавирского механико-технологического института**  
*г. Армавир, 09–10 февраля 2018 г.*

---

**THE RESULTS OF WORK**  
**International Scientific and Practical Conference dedicated to the**  
**100th anniversary of**  
**Kuban State Technological University**  
**and 25th anniversary of**  
**chair of «Machines and Equipment for Oil and Gas Fields» of**  
**the Armavir Mechanical and Technological Institute**  
**Armavir, 09-10 February 2018**

В рамках празднования двойного Юбилея – 100-летия КубГТУ и 25-летия кафедры МОНПП в АМТИ 9-10 февраля прошла 1 Международная конференция «Наука и технологии в нефтегазовом деле».

Формат конференции предусматривал очное и заочное представление научных докладов. Для участия в конференции было заявлено 145 докладов 196 докладчиков и содокладчиков вузов, организаций и предприятий нефтегазовой направленности РФ и стран ближнего и дальнего зарубежья (Азербайджан, Германия, Канада, Казахстан, Нигерия, Узбекистан). Географию участников конференции составили студенты и аспиранты вузов и научных учреждений, научно-педагогические работники ВУЗов, инженерно-технические работники предприятий нефтегазовой отрасли городов: Армавир, Астрахань, Баку, Казань, Калабар, Кзылорда, Краснодар, Москва, Новочеркасск, Нукус, Пермь, Самара, Санкт-Петербург, Ставрополь, Сургут, Ташкент, Томск, Тюмень, Усинск, Уфа, Калгари.

Конференция работала по 7 секциям: 1) Машины и оборудование нефтегазовых производств; 2) Инновационные технологии восстановления продуктивности скважин; 3) Управление и мониторинг разработки месторождений нефти и газа; 4) Повышение эффективности трубопроводного транспорта и хранения нефти и газа; 5) Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе; 6) Повышение безопасности на производственных объектах нефтегазовой отрасли; 7) Электроэнергетика и автоматизация в нефтегазовой промышленности. География участников конференции обширна.

Были представлены доклады из следующих университетов, академических и отраслевых институтов и производственных организаций:

**Высшие учебные заведения:** Азербайджанская государственная нефтяная академия (Азербайджан), Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «КубГТУ» (г. Армавир); Каракалпакский государственный университет им. Бердаха, (г. Нукус, Каракалпакстан, Узбекистан); Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, (Казахстан), Риверский технологический университет, (г. Калабар, Нигерия), Ташкентский архитектурно-строительный институт, (Узбекистан), Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова (Ташкент), ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет» (г. Ставрополь), ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» (г. Астрахань), ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет, (г. Краснодар), ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (г. Пермь), ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина» (г. Москва), ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» (г. Москва), ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» (г. Санкт-Петербург); ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (г. Тюмень), ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (г.Уфа)

**Научно исследовательские институты:** Институт общей и неорганической химии Академии наук Узбекистана (Узбекистан); Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Татарстана (ИПЭН АН РТ), Институт технологии Южной Альберты, (Канада); Центр независимой экологической экспертизы объектов нефтяной и газовой промышленности «Нефтегаз ЭКО Центр», (г. Москва), АО «СевКавНИПИГаз», (г. Ставрополь); АО «СургутНИПИнефть», (г. Сургут); ООО «НК «Роснефть»-НТЦ», (г. Краснодар),

**Производственные общества** АО «Транснефть-Прикамье» (г. Пермь); ОАО «Печоранефть» (г. Усинск); ОАО «Томскнефть» (г. Томск); ООО «Газпромпроектирование» (г. Ставрополь); ООО «ГазпромПХГ» (г. Краснодар); ООО «Газэнергокомплект» (г. Новочеркасск); ООО «Главнефлеснаб» (г. Армавир); ООО Буровая компания «Евразия» (г. Самара); ООО «КНГК-Групп» (г. Краснодар); ООО «Нью Тек Сервисез» (г. Москва); ООО «РН-Краснодарнефтегаз» (г. Краснодар); ООО «РН-Сервис» (г. Краснодар); ООО «РН-Ставропольнефтегаз» (г. Ставрополь); ООО «Стройгазконсалтинг» (г. Краснодар); ООО «Флотвег Москау» (г. Москва); СКУ Ростехнадзора (г. Краснодар), «Ноблика», Исландско-германское СП (Берлин).

Девятого февраля состоялось открытие конференции пленарным заседанием, на котором выступали приглашенные гости и руководители секций. Наибольший интерес у участников вызвали доклады Генерального директора АО «СевКавНИПИГаз» д.т.н. Гасумова Р.А. (г.Ставрополь), Главного инженера Краснодарского управления подземного хранения газа ООО «Газпром ПХГ» Стаканова Н.Г., Генерального директора филиала ООО «РН-Сервис» Зотова Е.Н. (г.Краснодар), Директора по стратегическому развитию Центра независимой экологической экспертизы объектов нефтяной и газовой промышленности «Нефтегаз ЭКО Центр» к.т.н. Остах С.В. (г.Москва), заведующего кафедрой МОНПП к.т.н. Омелянюка М.В.



***Пленарное заседание***



***Выступает с докладом Генеральный директор АО «СевКавНИПИгаз», д-р техн. наук., проф. Р.А. Гасумов***

Работа секций осуществлялась 9-10 февраля. Перед участниками конференции на открытии каждой секции выступали представители отрасли – производители, ведущие ученые, профессора, которые осветили проблемы и перспективы развития науки в XXI веке по каждому из 7 научных направлений секций. Доклады ученых опубликованы в данном сборнике. Научный уровень докладов высок, представленные результаты исследований отличаются новизной и оригинальностью идей, а ряд исследований представляет собой принципиально новые открытия.

Доложенные результаты лучших научных работ ученых актуальны, отражают исследования как в области фундаментальных наук, так и экспериментальных исследований и имеют важное прикладное значение, и при дальнейшей научной разработке ряд из них могут быть представлены в виде диссертаций на соискание ученых степеней, конструкторских разработок. Многие доклады являются частью хозяйственных НИР, госбюджетных НИР, выполняемых по грантам, научным программам российского, регионального и областного уровней, результаты многих научных работ могут быть использованы на производстве. Результаты исследований по ряду представленных докладов имеют патенты и лицензии.



***Выступает с докладом Генеральный директор филиала ООО «РН-Сервис» Е.Н. Зотов. Председатель секции***



***Подведение итогов первого дня работы конференции: представители нефтегазовой отрасли, преподаватели, студенты, магистры, аспиранты, преподаватели***



***Выступает с докладом директор по стратегическому развитию Центра независимой экологической экспертизы объектов нефтяной и газовой промышленности «Нефтегаз ЭКО Центр» канд. техн. наук С.В. Остах***



***Подведение итогов секции «Машины и оборудование нефтегазовых производств». Председатель – канд. техн. наук М. В. Омелянюк***

С очными докладами выступили представители следующих производственных обществ: ООО НК «Роснефть-НТЦ» (г. Краснодар), ООО «РН-Ставропольнефтегаз» (г. Ставрополь), FlottwegSeparationTechnology (Германия), Центр независимой экологической экспертизы объектов нефтяной и газовой промышленности «Нефтегаз ЭКО Центр» (г. Москва), ООО «РемСервисМаш» (г. Ижевск), ООО «Главнефтьснаб» (г. Армавир), ООО «Газпром ПХГ» (г. Краснодар), ООО «РН-Сервис» (г. Краснодар) и многие другие.

Были заслушаны доклады по актуальным направлениям – интенсификации дебитов скважин; ремонтно-восстановительным работам; особенностям разработки месторождений на поздних стадиях; о современном оборудовании, используемом российскими и зарубежными компаниями в нефтегазовой промышленности, а также об интеграции науки, производства и образования.

Авторы научных работ на I Международной конференции «Наука и технологии в нефтегазовом деле» продемонстрировали владение самыми современными методами научных исследований.



***Выступает главный инженер КУПХГ (филиала) ООО «Газпром ПХГ» Н.Г. Стаканов, председатель секции***



***Работа секции «Управление и мониторинг разработки месторождений нефти и газа»***

Представители отрасли - дочерние компании ПАО НК «Роснефть»: ООО «РН-Краснодарнефтегаз», ООО «Ставропольнефтегаз», ООО «РН-Сервис» провели для студентов АМТИ «День Роснефти», на котором рассказали о программе поддержки молодежи, кадровой политике и социальной деятельности компании. Также студенты встретились с представителем немецкой фирмы по производству нефтепромыслового оборудования «FlottwegSeparationTechnology» (Германия).



***«День Роснефти». Выступают представители дочерих компаний ПАО НК «Роснефть»***



***Посещение музея АМТИ участниками конференции***

Для иногородних участников конференции была проведена экскурсия по историческим местам города Армавира и его окрестностей, а также по музею АМТИ, учебным аудиториям и лабораториям кафедры МОНГП Армавирского механико-технологического института. Для гостей конференции был показан концерт художественной самодеятельности студентов АМТИ, организован дружественный фуршет.

Что особенно важно, так это то, что конференция закончилась реальными результатами. Кафедре МОНГП производственными объединениями для улучшения материально-технической базы, повышения наглядности учебного процесса передано в безвозмездное пользование реальное нефтегазопромысловое оборудование, внутрискважинное оборудование, инструмент для проведения ремонтных работ – пакеры, метчики, труболочки и многое другое (более 40 единиц).



***Поздравление с 25-летием кафедры работников ООО «Газпром ПХГ»***



***Праздничный концерт для участников конференции***

Заключены соглашения на профессиональную переподготовку специалистов нефтегазового сектора экономики. Опыт ученых кафедры в области защиты окружающей среды, в том числе дезактивации природных радионуклидов, образующихся при нефтедобыче, Центром независимой экологической экспертизы объектов нефтяной и газовой промышленности «Нефтегаз ЭКО Центр», г. Москва, предложено масштабировать на федеральном уровне.



*Заключительные мероприятия конференции*

И.А. ПАХЛЯН  
секретарь конференции,  
канд. техн. наук, доц. кафедры МОНГП АМТИ  
ФГБОУ ВО «КубГТУ»

**Научное издание**

## **НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ**

### **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

*г. Армавир, 09–10 февраля 2018 г.*

Международной научно-практической конференции,  
посвященной 100-летию  
Кубанского государственного технологического университета  
и 25-летию  
кафедры «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»  
Армавирского механико-технологического института

Научный редактор  
Технический редактор и оригинал макет  
Компьютерная верстка

М.В. Омелянюк  
А.И. Шарнов  
А.В. Ковалевская

Подписано в печать  
Бумага офсетная  
Печ. л. 20,25  
Усл. печ. л. 26,3  
Уч.-изд. л. 14,5

Формат 70x100/16  
Печать офсетная  
Изд. № 96  
Тираж 100 экз.  
Заказ №

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»  
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, кор. А  
Типография ФГБОУ ВО «КубГТУ»: 350058, г. Краснодар,  
ул. Старокубанская, 88/4