



# БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Материалы I Международной  
научно-практической конференции  
(31 марта 2017 г.)

Сборник статей



ТОМ 4:

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ  
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ  
ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА.  
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ  
В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



# БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Материалы I Международной  
научно-практической конференции  
(31 марта 2017 г.)



*Памяти доктора технических наук, профессора,  
Заслуженного деятеля науки и техники РФ,  
Заслуженного изобретателя РФ,  
академика Международной и Российской инженерных академий,  
**Анатолия Ивановича Булатова**  
посвящается*



# **БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ**

**Материалы I Международной  
научно-практической конференции  
(31 марта 2017 г.)**

---

**Том 4:  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА.  
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ  
В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

---

**Сборник статей**

Краснодар  
2017

УДК 622.1+622.691.4+629.692.4  
ББК 33.1+39.76+39.77  
Б90

**Б90 Булатовские чтения** : Материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 г.) : в 5 т. : сборник статей / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг.

Т. 4: Проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта. Химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности – 2017. – 268 с.

ISBN 978-5-91718-483-8 (Т. 4)  
ISBN 978-5-91718-479-1

**Редакционная коллегия:**

**Паринова Татьяна Анатольевна**, старший преподаватель кафедры русского языка, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»;

**Савенок Ольга Вадимовна**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», лауреат премии администрации Краснодарского края в области образования за 2015 год;

**Строганов Вячеслав Михайлович**, генеральный директор, ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо»;

**Яремийчук Роман Семёнович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа, заслуженный деятель науки УССР, лауреат Государственной премии в области науки Украины, орден «За заслуги» 3-ей степени, действительный член Научного общества имени Шевченко, академик Украинской нефтегазовой академии, Иностраный член Российской академии естественных наук имени В. Вернадского, награждён серебряной медалью имени Вернадского.

Сборник содержит материалы I-ой Международной научно-практической конференции «Булатовские чтения», проведённой в г. Краснодаре 31 марта 2017 года на базе института Нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» и посвящённой памяти выдающегося инженера-нефтяника, доктора технических наук, профессора, академика Анатолия Ивановича Булатова.

Институт Нефти, газа и энергетики Кубанского государственного технологического университета был организован 1 сентября 2012 года (приказ ректора КубГТУ от 09.07.2012 г. № 1286-Л). Первая Международная конференция, проведённая институтом Нефти, газа и энергетики при информационной поддержке ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо», показала, насколько обширны и разнонаправленны интересы участников конференции, горячо поддержавших развитие научной деятельности в ВУЗе.

Участники конференции дали всестороннюю характеристику развития нефтегазовой отрасли, проанализировали применяемые на сегодняшний день методы, технику и технологию и сделали предложения по их модернизации; выработали рекомендации по дальнейшему развитию прикладных направлений научных исследований; сделали предложения по совершенствованию кадрового обеспечения и международному сотрудничеству.

В сборнике изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов, а также рассмотрены актуальные вопросы и проблемы освоения углеводородного потенциала России и стран СНГ. Решение поставленных задач отражено в создании новых технологий разработки нефтегазовых месторождений, добычи и транспортировки углеводородного сырья.

Научное издание предназначено для докторов и кандидатов наук различных специальностей, преподавателей вузов, докторантов, аспирантов, магистрантов, практикующих специалистов, студентов учебных заведений, а также всех, проявляющих интерес к рассматриваемой проблематике с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Издание выполнено в виде 5 сборников, в которые включены статьи, соответствующие тематическим направлениям работы конференции.

Материалы публикуются в авторской редакции. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

ББК 33.1+39.76+39.77  
УДК 622.1+622.691.4+629.692.4

ISBN 978-5-91718-484-5 (Т. 5)  
ISBN 978-5-91718-479-1

© Коллектив авторов, 2017  
© ООО «Издательский Дом – Юг», 2017

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	9
<b>Alois F. Maier</b> Conference held at the University of Krasnodar in honour of Prof. Dr. Anatoly I. Bulatov .....	10
<b>Концепция качества пробуренных нефтяных и газовых скважин (обращение А.И. Булатова к потомкам)</b> .....	11

\*\*\*\*\*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СООРУЖЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

<b>Баянова Г.Ф., Алексеева Е.А.</b> Состояние экологии нефтегазодобывающего комплекса и улучшение ее обстановки .....	17
<b>Васильев Н.И., Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н., Лешкович Н.М., Орлов И.В.</b> Внутренняя коррозия шлейфов добывающих скважин .....	19
<b>Воробьев А.Е., Махамат Т.М.М.</b> Ликвидация причин возникновения чрезвычайных ситуаций на магистральных нефтепроводах республики Чад .....	23
<b>Воронин А.Н., Липский В.К.</b> Оценка смесеобразования нефтепродуктов при последовательной перекачке в технологических трубопроводах .....	34
<b>Галиакберов И.А., Орехова Л.Г.</b> Диагностика магистральных нефтепроводов методом аэрокосмического мониторинга .....	39
<b>Галиева Р.А.</b> Исследование одновременной очистки газа от кислых компонентов и сероорганических соединений новыми абсорбентами физико-химического действия .....	42
<b>Глухов А.А., Вишневская Н.С.</b> Оценка состояния вечномёрзлых грунтов при магистральном транспорте нефтепродуктов .....	45
<b>Игнатик А.А., Сальников А.В.</b> Экспериментальная установка для исследования деформированного состояния моделей трубопроводов, находящихся под нагрузкой .....	48
<b>Кульбей А.Г., Киселев Д.А.</b> Разработка способов ликвидации трубопроводов, проложенных способом наклонно-направленного бурения .....	54
<b>Ладенко А.А.</b> Супергидрокавитационная технология очистки .....	61
<b>Морозова З.В., Сальников А.В.</b> Разработка композитного покрытия с коррозионной стойкостью и устойчивостью к обледенению для защиты трубопроводов и резервуаров .....	64
<b>Наумов В.А.</b> Влияние формы частиц на скорость гравитационного осаждения твердых примесей в нефти .....	68
<b>Шестерикова Р.Е., Шестерикова А.А., Галанин И.А.</b> Энергетический анализ влияния очистки газа от диоксида углерода на его транспортировку по магистральным газопроводам .....	74
<b>Щербатюк Я.В., Сальников А.В.</b> Исследование динамики эффективности очистки трубных обвязок малого диаметра от асфальтосмолопарафиновых отложений за счет изменения температурного режима растворителя .....	78

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ  
В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

<b>Абдурахманова С.П., Билалова Д.Ж.</b> Применение мицеллярных растворов для повышения нефтеотдачи скважин .....	85
<b>Алламуратов М.О., Аметов Я.И., Жумабаев Б.</b> Разработка эффективных структурообразователей почв на основе местных и вторичных ресурсов .....	88
<b>Арифжанова М., Аюпова М., Усманова Г.</b> Разработка и эксплуатации очистных сооружений нефтеперерабатывающих заводов .....	92
<b>Арифжанова М., Аюпова М., Усманова Г.</b> Некоторые аспекты оценки состояния экологической безопасности нефтегазовых объектов .....	95
<b>Бабаев Ф.Р., Мартынова Г.С., Нанаджанова Р.Г.</b> Микроэлементная индикация нефтей Азербайджана .....	97
<b>Вострикова М.А., Кашин Я.М., Шкода В.В.</b> О загрязнении воздушного бассейна токсичными компонентами отработавших газов морских судов .....	102
<b>Гаибназаров С.Б.</b> Новые реагенты-стабилизаторы для повышения устойчивости буровых растворов к воздействиям агрессивных флюидов .....	105
<b>Гаибназаров С.Б.</b> Исследование физико-химических свойств полимеров, применяемых в буровых растворах .....	110
<b>Гаибназаров С.Б.</b> Изучение свойств полимерных стабилизаторов буровых растворов .....	113
<b>Гаибназаров С.Б., Алиев Б.А.</b> Эффективные реагенты для буровых растворов на основе вторичных ресурсов .....	116
<b>Гайсин Р.Р., Гаязов Р.Ф., Умергалина Т.В.</b> Особенности расчета ректификационной колонны модифицированным методом релаксации .....	118
<b>Гайсина А.У., Хамзин Ю.А.</b> Регенерация гетерогенных катализаторов в сверхкритических условиях .....	121
<b>Галиев Р.Ф., Ахметов А.Ф., Нигматуллин В.Р.</b> Предварительная очистка утяжеленной вакуумной дизельной фракции реагентом на основе хлористого алюминия перед ее гидроочисткой .....	123
<b>Галиева Р.А.</b> Анализ методов неразрушающего контроля при обследовании участков трубопроводов .....	126
<b>Гребенкина А.В., Литвинова Т.А., Косулина Т.П.</b> Применение принципов НДТ к процессам подготовки природного газа к транспорту .....	130
<b>Днепровская В.Д., Яценко И.Г., Перемитина Т.О.</b> Комплексное исследование техногенной нагрузки с использованием спутниковых и наземных данных .....	134
<b>Жумабаев Б., Мухамедгалиев Б.А.</b> Разработка полимеров для буровых растворов .....	143
<b>Зияева М.А.</b> Ингибиторы сероводородной коррозии на основе отходов .....	145
<b>Зияева М.А., Карабаева З.Т., Каххаров Б.Б.</b> Новые антикоррозионные покрытия для резервуаров буровых растворов .....	147
<b>Зубер В.И., Нигматуллин Р.Г., Нигматуллин И.Р.</b> Импортозамещающая углеродная наноконпозиция для смазочных материалов .....	149
<b>Ибрагимова С.М., Гайсина Л.И., Хамзин Ю.А.</b> Исследование основных закономерностей процесса получения альфа-олефинов олигомеризацией этилена на цирконий содержащем катализаторе .....	153

<b>Кожевников И.С., Богословский А.В., Алтунина Л.К.</b> Вискозиметр двойного резонанса для контроля кинетики структурообразования .....	156
<b>Кокарев М.О., Семенович С.П.</b> Гидроразрыв пласта как источник эмиссии токсикантов в подземные воды .....	160
<b>Коноплин Р.Р., Смышляева К.И., Кондрашева Н.К.</b> Разработка судовых маловязких топлив с улучшенными низкотемпературными свойствами .....	165
<b>Кочетова Ж.Ю., Кучменко Т.А., Тимошинов О.В.</b> Течеискатель жидких топлив на основе пьезосенсора .....	171
<b>Липский В.К., Спиридонок Л.М.</b> Стационарные рубежи удержания разлившейся нефти на реках .....	178
<b>Марченко Л.А.</b> Стратегические приоритеты химической технологии в решении прикладных задач нефтегазового комплекса .....	183
<b>Махманов Д.М., Хакимов А.М., Мухамедгалиев Б.А.</b> Эффективные присадочные материалы на основе отходов .....	186
<b>Мурзабекова А.Б.</b> Влияние сверхкритических условий на выход углеводородов изостроения в синтезе Фишера-Тропша .....	189
<b>Мурзакова Л.Р., Загитова Я.А., Хакимова Л.Р.</b> Перспективные направления развития современных технологий в области газохимии с использованием цеолитов типа пентасил .....	191
<b>Омельянюк М.В.</b> Деактивация и восстановление рабочих органов электроцентробежных насосов .....	194
<b>Панжиев У.Р., Мухамедгалиев Б.А.</b> Исследование структуры и селективности разработанных ионитов .....	200
<b>Панжиев У.Р.</b> Новые иониты из отходов для очистки сточных вод нефтегазовой промышленности .....	202
<b>Спиридонов А.В., Сафронова Е.В., Урванцев В.В.</b> Методы анализа фракционного состава бензинов с кислородсодержащими компонентами .....	205
<b>Спиридонов А.В., Сафронова Е.В., Урванцев В.В.</b> Современные методы и приборы определения фракционного состава светлых нефтепродуктов ...	215
<b>Талипова Н.З., Жуманова С.Г., Нигматов И.</b> Культура безопасности – важный аргумент для современного стиля жизни населения планеты .....	224
<b>Тараканов Г.В., Рамазанова А.Р., Савенкова И.В.</b> О перспективах получения судовых топлив из Астраханского газового конденсата .....	227
<b>Угбонг И.А., Будагов И.В.</b> Влияние добычи и разработки нефти и газа на экологию водно-болотных угодий района «Нигер-дельта» Нигерии .....	231
<b>Усманова Г., Арифжанова М., Аюпова М.</b> Пожарная безопасность объектов нефтегазового комплекса .....	235
<b>Хабибуллин А.М., Каримова А.Р.</b> Получение синтетической нефти из природного газа .....	238
<b>Хасанова О.Т.</b> Экологические проблемы Узбекистана и их социально-экономические последствия .....	241
<b>Шевченко А.Н., Попова Г.Г.</b> Воздействие объектов газовой промышленности на животный мир территории лесотундры в лесной зоне Западно-Сибирской равнины Крайнего Севера .....	244
<b>Шишова Н.В., Литвинова Т.А., Косулина Т.П.</b> Экологические аспекты каталитических процессов переработки нефти .....	247

**Янин И.М., Маркелова Н.Л.**

Проблема обвешивания нефтешламов ..... 252

**Яценко И.Г.**

Экологические и социальные проблемы  
освоения углеводородных ресурсов северных территорий ..... 255

## ВВЕДЕНИЕ

31 марта 2017 года ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» на базе института Нефти, газа и энергетики проводил I Международную научно-практическую конференцию «БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ».

Перед конференцией была поставлена важная и крайне актуальная задача: на основе новейших достижений в науках о Земле, механики жидкости и газа, термодинамики, физико-химии и других смежных научных направлений предложить фундаментальные основы для создания новых технологических разработок нефтегазовых месторождений, добычи и транспортировки углеводородного сырья, экологически чистых и ресурсосберегающих технологий. Обсуждались наиболее перспективные направления и результаты фундаментальных и прикладных исследований и разработок, направленных на создание новых технологий в нефтегазовой отрасли.

Поиск путей решения поставленной перед конференцией задачи проводился по следующим научным направлениям:

- прогноз, поиск и разведка месторождений нефти и газа; нефтегазопромысловая геология; разведочная и промысловая геофизика;
- разработка нефтяных и газовых месторождений;
- бурение нефтяных и газовых скважин;
- проектирование, сооружение и эксплуатация систем трубопроводного транспорта;
- химическая технология и экология в нефтяной и газовой промышленности;
- электрооборудование в нефтегазовой отрасли;
- гуманитарные науки (история развития нефтегазовой отрасли; терминология нефтегазовой отрасли; методика преподавания (лингвистические исследования); экономика в нефтегазовой отрасли; правовое обеспечение развития нефтегазовой промышленности и др.).

Были представлены также обобщающие доклады, связанные с новыми научными подходами к проблемам нефти и газа. Статьи в настоящем сборнике расположены согласно указанным направлениям.

В конференции приняли участие сотрудники институтов Российской Академии наук, отраслевых институтов нефтегазового профиля, технических вузов, работники нефтяных и газовых компаний.

Настоящая конференция посвящена памяти Анатолия Ивановича Булатова (31 марта 1931, Краснодар – 13 августа 2016) – советского и российского учёного-нефтяника, доктора технических наук (1961), профессора (1966), лауреата премии Совета министров СССР. Булатов А.И. – основатель Всесоюзного научно-исследовательского института по креплению скважин и буровым растворам (ВНИИКРнефть) и созданного на его основе НПО «Бурение». Позже это объединение стало «головным» предприятием в области строительства скважин в СССР, за годы существования приобрело известность научными разработками во всех технологических направлениях строительства скважин и их ремонта в СССР, США, Австрии, Германии, Польше, Венгрии и др. Профессор Булатов А.И. известен результатами своих исследований в области строительства глубоких высокотемпературных и горизонтальных скважин, их заканчивания и ремонта в процессе эксплуатации; он создатель (совместно с Евгением Константиновичем Мачинским) принципиально новых тампонажных цементов для заканчивания глубоких высокотемпературных скважин и специального лабораторного оборудования для испытания тампонажных материалов при высоких температурах и давлениях. Выдающийся вклад в отечественную прикладную науку осуществили его ученики и коллеги в созданном им «Всесоюзном научно-исследовательском институте по креплению скважин и буровым растворам» (ВНИИКРнефть). Этим НИИ Булатов А.И. руководил четверть века, а также организованном на его основе НПО «Бурение», в состав которого входили ВНИИБТ, ВНИИТнефть, ПФ ВНИИБТ, Андижанское КБ, ряд территориальных специализированных лабораторий, более 10 машиностроительных и ремонтных заводов и заводов по производству спецматериалов и химреагентов для бурения и эксплуатации скважин, ряда месторождений глин и утяжелителей с общей численностью работающих более тридцати тысяч человек.

Дирекция института Нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» благодарит всех участников конференции и авторов, представивших статьи в настоящий сборник, а также выражает глубокую признательность и искреннюю благодарность ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо» за оказанную информационную поддержку.

## CONFERENCE HELD AT THE UNIVERSITY OF KRASNODAR IN HONOUR OF PROF. DR. ANATOLY I. BULATOV

Greetings to the committee and the participants of the conference in honor of my esteemed friend and brother Anatoly Ivanovich.

Dear President of the conference, Ladies and Gentelemen and especially Dear Students.

Almost thirty years ago when I got to know Anatoly Ivanovich I learned to appreciate his humanistic education and world view beside his technical skills.

Despite his difficult youth he had not lost a positive attitude towards life, he loved to share his experience and expertise especially with the young generation.

Being not only an excellent teacher he was also a learner with great self discipline all his life long. I can confirm this having spent many days and nights in his office, his home and travelling with him in many countries.

It is necessary to get to the bottom of the driving forces, was his attitude.

Beside many other things Anatoly Ivanovich occupied lately himself a lot with the final things, the search of the meaning and the goal of the life. Now maybe he has the possibility to know them.

I wish your conference in honour of Professor Dr. Anatoly I. Bulatov success. The City and the Region of Krasnodar can be proud of him.

***Alois F. Maier***

af.maier@a1.net

# КОНЦЕПЦИЯ КАЧЕСТВА ПРОБУРЕННЫХ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН (ОБРАЩЕНИЕ А.И. БУЛАТОВА К ПОТОМКАМ)

Вопросы качества пробуренной скважины недостаточно сформулированы и неоднозначны; они имеют свою историю и всегда были предметом споров буровиков, передающих скважину после окончания бурения, и промысловиков, принимающих ее после успешного испытания на приток нефти. Позже промысловики озаботились состоянием призабойной зоны пласта, подверженной загрязнению буровыми и тампонажными растворами (в основном их фильтраатами), что тормозило ввод скважин в эксплуатацию или показывало заниженный результат. С моей подачи появился новый термин «заканчивание скважин». Но оставался открытым вопрос обеспечения качества крепи скважины. Громадные объемы потерь нефти и газа, невероятные материальные затраты (а подчас и людские потери) при осложнениях и авариях, связанных с негерметичностью зацементированного заколонного пространства скважин, говорят о необходимости выработки более глубокого понимания проблемы.

## **Что такое крепь и почему ей должно уделяться особое внимание?**

Крепь – это искусственное сооружение в скважине, близкое к цилиндру или многоугольному каналу, включающее в себя колонну обсадных труб, цементное кольцо и стенку скважины, представленную породами различного химико-минералогического состава, обнаженными долотом и трубами и характеризующуюся наличием каверн и выступов, наклоном к вертикали и формой.

В какой среде происходит формирование и работа крепи – вопрос сложный из-за отсутствия информации. Это сооружение создается в узком кольцевом пространстве в среде не полностью вытесняемого бурового (глинистого) раствора, и входит оно в контакт (соприкосновение) с глинистой коркой.

Крепь сооружается для изоляции продуктивного горизонта. А для этого в ней изначально не должно быть или образовываться позже каналов и зон пониженного давления. Сколько бы времени скважина ни бурилась, бурение – это фрагмент в ее жизни. Сооружение же крепи скважины (крепление и цементирование ствола) – это многолетнее средство обеспечения использования результата бурения – добычи углеводородов. И от ее качества зависят срок работы скважины, издержки и охрана недр.

Некачественное цементирование скважин может быть причиной неправильной оценки перспектив разведываемых площадей, появления «новых» залежей нефти и особенно газа в коллекторах, перетоков флюидов, грифообразования, газонефтеводопроявлений. Это один из наиболее опасных видов осложнений, часто переходящих в аварии. Перетоки флюидов – обычное явление. Как далеко заходят эти процессы, пока точно неизвестно – таких экспериментов специально не ставят, но, очевидно, очень далеко.

Весь процесс бурения должен быть подчинен требованиям создания приемлемых условий для сооружения герметичной крепи. Ведь только герметичная крепь обеспечит стабильную работу эксплуатационных скважин и охрану недр. Нужен ствол определенной конфигурации, близкой к цилиндру, а не ствол, травмированный желобами, кавернами, характеризующийся наличием подверженных гидроразрыву при малых перепадах давления пластов – в идеале эти пласты надо изолировать перед цементированием. Как? Кое-чего специалисты добились. Цементирование должно быть заключительным аккордом, к которому бы готовились в процессе бурения, ствол скважины приводили в порядок, а не использовали его для сокрытия всех недостатков бурения по принципу: «концы в воду».

Несмотря на многолетнюю мировую практику крепления скважин тампонажными (в основном, портландскими) цементами, очень мало известно о формировании заколонного цементного кольца. Это объясняется недоступностью визуального или приборного исследования изучаемого объекта, а также сложностью процессов, происходящих в заколонном пространстве, начиная с момента вытеснения бурового раствора тампонажным (гидродинамика), перемешивания, оставления в покое и в процессе его дальнейшего твердения (физико-химия явлений). При формировании цементного камня происходят взаимосвязанные и взаимообусловленные процессы.

Если на поверхности флюиды не проявляются (грифоны), то перетоки между пластами могут возникать часто. И они мало кого интересуют. Масштабы ущерба от негерметичности зацементированного (или тем хуже – незацементированного) заколонного пространства (или его части), по моим приблизительным подсчетам, огромные. Что же делать?

Как формулировались причины негерметичности? «Низкая прочность цемента», «плохое вытеснение глинистого раствора цементным», «односторонний подъем цементного раствора», «недоподъем цементного раствора», «плохое сцепление» (чего с чем?); позже: «цементный раствор смешался с глинистым», «седиментация цементного раствора после задавливания его в заколонное пространство», «падение давления на продуктивный (газовый) пласт в процессе твердения цементного раствора», «зависание цемента», «диффузия газа через цементный камень», «сверхдиффузия» и другие почти фантастические и даже мистические причины. Рекомендации оставались прежними: применение центрирующих устройств, увеличение скорости подъема цементного раствора в заколон-

ном пространстве; позже – применение буферных жидкостей, установка муфт двухступенчатого цементирования с разрывом во времени. Расхаживание обсадной колонны во время движения цементного раствора в заколонном пространстве рекомендовалось, но нигде не осуществлялось, известны только семь случаев реализации способа на практике.

Как же трактуется качественное цементирование скважины на момент ее испытания на приток? Это обеспечение заданной высоты подъема цементного раствора и «качественная» цементограмма, проведенная после ОЗЦ. На сегодняшний день для этих целей повсеместно применяется косвенный акустический метод контроля. Но данные о «качестве» цементирования, основанные на показаниях цементомера, вообще не могут быть предметом обсуждения, так как, кроме высоты подъема цементного раствора (и то далеко не всегда корректные, особенно в случае применения модифицированных растворов), ничего характеризовать не могут.

### **Какую скважину после бурения считать качественной?**

При нынешнем подходе к строительству скважин – почти никакую. Предложенная теория каналообразования в зацементированном заколонном пространстве является основой концепции качественного строительства буровых скважин. В ней герметичность зацементированного заколонного пространства связывается с возникновением каналов, оставшихся не вытесненными глинистым раствором и глинистой коркой. Природой этого являются физико-химические процессы разрушения (доминанта – контракция твердеющего цементного раствора-камня). Возникающие каналы дренируются при движении по ним газа, и газ направляется к поверхности и/или в другие коллекторы с меньшим давлением.

### **Буровые растворы**

Ствол скважины, в котором впоследствии будет формироваться крепь, заполнен глинистым раствором – суспензией, состоящей из глины и воды, химически обработанной реагентами, с введенными при необходимости наполнителями. Этим достигают свойств, способствующих безаварийной скоростной проводке скважины. Любой буровой раствор должен быть замещен цементным (шлакопесчаным).

Строго говоря, какие бы буровые растворы не применялись при бурении скважин с почти всегда присутствующими глинистыми отложениями, образующаяся глинистая суспензия будет являть собой препятствие для обеспечения контакта тампонажного раствора со стенками скважины и обсадной колонны. Поэтому о физико-химическом и химическом взаимодействии (адгезия, сцепление) цементного раствора-камня с поверхностями труб и пород не может быть и речи. Однако буровые растворы с их физико-механическими особенностями во многом определяют успешность процесса вытеснения их тампонажными.

Усилия исследователей должны направляться на обеспечение более полного замещения и вымывания бурового раствора буферной жидкостью и тампонажным раствором с применением соответствующей физико-химической обработки растворов, которые обеспечивают отсутствие или неразрушаемость фильтрационной корки. Какими свойствами они должны обладать, чтобы быть максимально вытесняемыми и фильтрационная корка или отсутствовала, или была бы неразрушаемой.

### **Технология цементирования**

На практике под технологией цементирования понимаются процессы подготовки и проведения цементирования скважины, т.е. замещение в заколонном пространстве бурового (как правило, глинистого) раствора буферной жидкостью и тампонажным раствором. Сам процесс несложный, кроме случаев цементирования с большой высотой подъема тампонажного раствора в заколонном пространстве глубоких высокотемпературных скважин с использованием большого количества единиц техники. Но он имеет особенности, связанные с природой замещения одной вязкопластичной жидкостью другой в канале переменного профиля, и наличия поглощающих пластов и пластов, склонных к гидроразрыву. 100 %-ного вытеснения бурового раствора достичь пока не представляется возможным. Процесс цементирования – операция необратимая.

Лучшие условия для вытеснения бурового (глинистого) раствора обеспечиваются, когда скважина представляет собой форму, близкую к цилиндру. Глинистый раствор заходит (задавливается) во все ниши травмированной стенки ствола скважины, и его из этих полостей касательным потоком извлечь невозможно. Там он продолжает терять воду при действии контракционного эффекта, создавая зоны пониженного давления или каналы. Сказанное относится и к большим кавернам, и к маленьким «травмам». Ради обеспечения герметичности крепи скважины необходимо изменить отношение к формированию ствола скважины, хотя бы пока в интервале подъема тампонажного раствора – он должен быть близок к цилиндрическому (допуски предстоит оценить); стенка должна характеризоваться отсутствием выступов, каверн и прочих нарушений целостности и «гладкоствольности» ее поверхности; и в этом случае (совместно с центрированием колонн, скребков, применением буферной жидкости и расхаживанием колонн) обеспечится близкое к 100 % замещение бурового раствора тампонажным.

Все ранее используемые мероприятия для повышения качества цементирования скважин востребованы и в предложенной концепции, так как они направлены на более полное вытеснение бурового раствора тампонажным:

- центрирование обсадных колонн во избежание нахождения в «узких» серповидных участках бурового раствора;
- использование скребков – для снятия глинистой корки или ее налипшей массы на нефилтрующих породах;
- использование буферных жидкостей разного назначения для смыва глинистой корки со стенки скважины, промывки скважины при вытеснении бурового раствора.

Характер смешения и долевые соотношения растворов по высоте и по радиусу неизвестны и требуют изучения с целью последующего установления долговечности крепи и ее отдельных участков. Ведь именно они определяют долговечность крепи.

Экспериментально эффективность перемешивания растворов и корки не изучена. Вопрос требует опытной доработки с привлечением элементов теории моделирования. Главное здесь – установление оптимальных соотношений смесей при ярко выраженном каналообразовании. Теперь объяснима многолетняя герметичность нескольких глубоких высокотемпературных скважин Ставрополя, Кубани и двух скважин в Ираке.

### **Техника**

Тампонажный цемент – это смесь портландцемента (шлакопесчаная смесь) с наполнителями и химическими добавками, которая должна строго соответствовать рецептуре, подобранной в лаборатории как по количественному составу компонентов, так и по принятым материалам. То есть подбор рецептуры должен проводиться только с теми материалами, которые будут использованы при цементировании. Приготавливаемый раствор должен быть однородным и постоянным по плотности в течение всего процесса цементирования, и подача его должна быть равномерной.

### **Призабойная зона пласта и ее загрязнение**

При вскрытии продуктивного горизонта призабойная зона пласта загрязняется. Механизму загрязнения продуктивного пласта, особенно нефтяного, посвящено много работ, выполненных во ВНИИКРнефти. Однако вследствие разнообразия геологических условий, химико-минералогического состава пород, свойств нефти и буровых растворов окончательного решения проблемы нет. У нас только один инструмент изменяемого воздействия – буровой раствор.

### **Охрана недр и пути ее достижения (обеспечения)**

Под охраной недр понималось обеспечение сохранности объема углеводородов и благополучная, без потерь их доставка на промысел. То есть ни о какой охране недр в то время речи не было. Более того, при разбуривании Самотлора даже «забывали» спускать обсадные колонны, так как их попросту не было.

Мы должны заботиться о кладовых природы, должны охранять их для своего же блага и блага своих потомков. В основе охраны недр существует правило «Не навредить». Охрана недр и бурение скважин, проводка шахт и другие работы, связанные с углублением, находятся в противоречии; нужен компромисс. Чаще всего приоритеты отдаются промышленности. Но, тем не менее, потери природы должны быть минимизированы. Скважина проходит различные пласты, в том числе водоносные. Но нам мало известно о других богатствах этих отложений. Необходимо их сохранить, сберечь от вторжения флюидов других пластов. Залог их сохранения – герметичность ствола скважины по всей глубине. Она может быть обеспечена только качественным перекрытием вскрытых горизонтов.

**Ваш А.И. БУЛАТОВ**

*20.11.2015 г.*