



БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

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

Сборник статей



ТОМ 2:

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ



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 2:
РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Сборник статей

Краснодар
2017

УДК 622.1+622.323
ББК 33.1+33.36
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. 2: Разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2017. – 338 с.

ISBN 978-5-91718-481-4 (Т. 2)
ISBN 978-5-91718-479-1

Редакционная коллегия:

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

Савенок Ольга Владимовна, 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 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; внесли 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 томов, соответствующих 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+33.36
УДК 622.1+622.323

ISBN 978-5-91718-481-4 (Т. 2)
ISBN 978-5-91718-479-1

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

СОДЕРЖАНИЕ

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

Александров А.Н., Рогачев М.К. Повышение эффективности эксплуатации скважин электроцентробежными насосами в условиях образования асфальтосмолопарафиновых отложений	14
Байрачный Д.В., Раупов И.Р. Реологические исследования полимерных растворов	20
Баландин Л.Н., Елашева О.М., Дубовицкая Ю.А. Исследование и подбор растворителей АСПО	23
Балденкова Д.И., Шангараева Л.А. Предотвращение отложения солей в скважинном оборудовании и продуктивном пласте Приобского нефтяного месторождения	27
Березовский Д.А., Кусов Г.В., Савенок О.В., Матвеева И.С. Анализ проведения солянокислотной обработки скважин на Средне-Макарихинском месторождении	30
Былин А.В., Раупов И.Р. Контроль за процессом нефтеизвлечения при внутрискважинной водоизоляции	39
Бэссей И.Э., Антониади Д.Г., Антига Р.Э. Оптимизация заводнения с использованием низкоминерализованной воды для повышения нефтеотдачи в Нигерийском месторождении	42
Васильев Н.И., Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н. Гидравлические сопротивления при фильтрации жидкости	50
Васильев Н.И., Даценко Е.Н., Орлова И.О., Авакимян Н.Н., Лешкович Н.М. Фрактальный подход к увеличению нефтеотдачи пласта	54
Вержицкий В.В., Гунькина Т.А., Чернова В.В. Влияние неоднородности пласта на результаты газогидродинамических исследований	57
Вороненко Е.С., Мугатабарова А.А. Анализ данных показателей вытеснения нефти водой карбонатных пород с различными фильтрационными свойствами	61
Газизов В.З., Валяева А.О., Хаярова Д.Р. Анализ свойств АСПО и эффективность применения растворителей «МИА-Пром» и «ИНТАТ-1» для их удаления	65
Гуськова И.А., Саяхов В.А., Ишкулов И.М. Исследование влияния термического воздействия на изменение свойств керна и СВН	68
Данилов Д.С., Шешдиров Р.И., Хакимянов И.Н. Совершенствование системы разработки небольших залежей Республики Татарстан на поздней стадии	71
Егорова Ю.Л. Применение индикаторных методов для изучения фильтрационных свойств коллекторов и уточнения геологического строения пластов	76
Жихор П.С., Долгов С.В. Разработка технологии предотвращения пескопроявления для скважин, вскрывающих слабоконсолидированный пласт	79

Залоев П.Д., Лешкович Н.М. Повышение дебита Граничного газоконденсатного месторождения на примере использования модульных компрессорных станций	83
Захарова Е.Ф., Шайхразиева Л.Р. Некоторые вопросы подбора насосного оборудования для совершенствования заводнения пластов	86
Исламов М.К., Мансуров Р.И. Оптимизация работы ЭЦН при высоком газосодержании продукции	90
Казетов С.И., Емельянов А.Г. Зависимость межремонтного периода работы скважин от забойного давления	92
Климов В.В. Прогнозирование и снижение рисков при строительстве и эксплуатации скважин на нефтегазовых месторождениях и ПХГ. Проблемы и решения	96
Нвизуг-би Лейи Ключерт, Савенок О.В., Адаоби Стефине Нвоси – Анеле Диверсификация экономики Нигерии с битумом и тяжелой нефтью	105
Кокарев М.О., Мирский А.В. Разработка технологии повышения нефтеотдачи пластов на поздней стадии эксплуатации месторождения	109
Кривошеева К.А., Пинчук Т.Н. Газовые гидраты и технологии их добычи	114
Крижов Е.Г., Павлюченко В.И. Изоляция воды при эксплуатации газоконденсатных месторождений сайклинг-процессом	120
Кузьмин Е.В., Раупов И.Р. Анализ эффективности технологий внутрипластовой водоизоляции с применением полимерных составов	124
Куликов Э.В., Залоев П.Д., Лешкович Н.М. Особенности применения ГРП на Приразломном месторождении	127
Кусов Г.В., Савенок О.В. Реконструкция Южно-Ягунского нефтяного месторождения	133
Леонтьев Д.С., Касов А.М., Цедрик Н.С. Технология ликвидации конуса газа в нефтедобывающей скважине	142
Майер А.В. Технология снижения давления перекачки обводненной высоковязкой нефти в промысловых трубопроводах	148
Масооми Реза, Долгов С.В. Сравнение разных сценариев для жидкостей ГРП (гели на водной основе и пены) с помощью численного моделирования	150
Меньшикова И.Н., Дуркин С.М., Терентьев А.А., Рузин Л.М., Морозюк О.А., Калинин С.А. Совершенствование технологии термогравитационного дренирования пласта путем численного моделирования для условий Лыаельской площади Ярегского месторождения ...	156
Морозюк О.А., Калинин С.А., Скворцов А.С. Изучение влияния добавки щелочи к закачиваемому пару на эффективность теплового воздействия при добыче высоковязких нефтей	162
Мухаметшин Р.З., Калмыков А.В. Причины и следствие неоднородности продуктивных карбонатных толщ при проектировании и разработке залежей высоковязкой нефти (на примере месторождений Татарстана)	168
Назмутдинов Р.Ш. Разработка нефтяных месторождений с предельным градиентом сдвига	175
Низаева И.Г. Изучение влияния материала ячейки высокого давления на рост газового гидрата	182

Нургалиев Р.З., Топольников А.С., Уразаков К.Р. Перепад напора на фильтре насосных скважин после гидравлического разрыва пласта	186
Омельянюк М.В., Концевич О.В. Повышение эффективности химических методов интенсификации добычи нефти	188
Осадчий В.К., Ильина Г.Ф. Методика расчета параметров проведения гидроразрыва пласта на примере скважины Западной Сибири	192
Павельева О.Н., Басов А.О., Павельева Ю.Н. Анализ проведения ГРП на переходящем фонде скважин на Приобском месторождении	198
Павельева О.Н., Басов А.О., Павельева Ю.Н. Технологический анализ эффективности применения ГС с ГРП в сравнении с ННС на Приобском месторождении	201
Пахлян И.А. Технологии с применением струйных установок в нефтегазопромысловом деле	204
Пеньков Г.М., Бакиев М.Д., Лушпеев В.А. Обзор современных моделей трещин гидравлического разрыва пласта	210
Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Лешкович Н.М. Диагностика газовой скважины по результатам гидродинамических исследований при установившейся фильтрации	215
Полякова Н.С., Ваганов Л.А. Оценка эффективности системы заводнения объекта БВ7 Южно-Выинтойского месторождения	227
Полякова В.А., Синцов И.А. Перспективные способы разработки нефтегазоконденсатных залежей Арктического региона	230
Рафикова К.Р., Хисаметдинов М.Р. Опыт применения микрогелевых полимерных составов на месторождениях Республики Татарстан	232
Резников А.В., Онофриенко С.А. Методы снижения сил трения при разработке месторождений горизонтальными скважинами	235
Родионов В.П. Проблемы обрастания морских буровых установок, эксплуатируемых на континентальном шельфе	239
Родионов В.П., Ладенко А.А., Сотников С.В. Установка очистки деталей центробежных погружных насосов гидрокавитационными струями оборотной воды	243
Романова М.Ю., Синцов И.А. Анализ эффективности применения углекислого газа для верхнеюрских отложений Западной Сибири	247
Савенок О.В., Лешкович Н.М., Мажник В.И. Анализ обводненности и методы ограничения водопритоков в нефтегазодобывающих скважинах месторождений острова Сахалин	255
Савенок О.В. Использование колтюбинговых технологий для удаления гидратных пробок и растепления скважин	261
Саяхов В.А., Хайрутдинова А.А. Оценка влияния температуры и химреагентов на компонентный состав сверхвязкой нефти	265
Саяхов В.А. Исследование физико-химических свойств сверхвязкой нефти месторождений Республики Татарстан	269
Спирин С.А., Зайцев К.А. Анализ эффективности проведения селективного воздействия на призабойную зону пласта нефтяных скважин Краснотеннинского нефтегазоконденсатного месторождения	271

Тимирханов И.Ф. Проблема обеспечения коррозионной надежности основных трубных конструкций райзера	274
Тушов И.В., Балуев А.А. Ликвидация водоперетоков с применением гидрофобного полимерного тампонажного состава	277
Уразаков К.Р., Тугунов П.М. Новый метод расчета сроков планово-предупредительного ремонта УШСН на базе учета интегрированного числа качаний	280
Фомин П.Д., Габдрахманов А.Т. Проблемы и перспективы разработки доманиковых отложений	283
Хамзин Л.Г., Вахитова Г.Р. Выявление источников обводнения ачимовских отложений нефтяного месторождения	289
Хафизов Р.И., Зарипов А.Т., Шайхутдинов Д.К. Совершенствование технологии добычи высоковязкой нефти на основе термогидродинамического моделирования на примере месторождений Республики Татарстан	292
Циклис И.М., Моисеева Е.Ф. Исследование влияния продолжительности периода простоя/работы нагнетательных скважин на эффективность применения нестационарного заводнения в нефтяных залежах в условиях частичного разгазирования	296
Черных Е.В., Баландин Л.Н. Использование нагревающего кабеля при эксплуатации нефтяных скважин с аномальным содержанием парафина в условиях вечной мерзлоты	302
Шарнов А.И. Байесовский подход в задачах принятия решений по обслуживанию объектов добычи нефти	305
Шатова М.Н., Коровкин М.В. Определение минерального состава палеозойских отложений нефтегазоконденсатного месторождения методом инфракрасной спектроскопии	308
Шахмеликьян М.Г., Хайдара Мохамед Брехима, Ганга Иванов Адриану Табита Анализ эффективности паротеплового воздействия на II пласт II блока месторождения Катангли	313
Яковлев А.Л., Самойлов А.С., Сезар Лину Андре, Джоакуим Моисес Висенте Анализ применения и рекомендации потокоотклоняющих технологий на Вынгапуровском месторождении	323

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 – 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, грифообразований, 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 никакой. 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.