

На правах рукописи

Кучин Вячеслав Николаевич



**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ВЯЗКОУПРУГИХ
СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИИ ИЗОЛЯЦИИ
ВОДОПРОЯВЛЯЮЩИХ ПЛАСТОВ
ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

***Специальность 25.00.15 – Технология бурения и освоения
скважин***

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Санкт-Петербург – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

Научный руководитель:

доктор технических наук, доцент

Двойников Михаил Владимирович

Официальные оппоненты:

Савенок Ольга Вадимовна,

доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный технологический университет», кафедра нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна, профессор.

Мелехин Александр Александрович,

кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра нефтегазовых технологий, доцент.

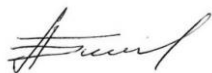
Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», г. Самара.

Защита состоится 30 июня 2021 г. в 13:00 на заседании диссертационного совета ГУ 212.224.02 Горного университета по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, д. 2, ауд. № 1171а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 30 апреля 2021 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



БЛИНОВ
Павел Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Основным требованием к качеству строительства скважин является создание надежной и долговечной крепи с сохранением эксплуатационных характеристик объекта разработки.

Несоответствие применяемых технологий цементирования скважин, физико-механических свойств и реологии тампонажных растворов горно-геологическим условиям, обуславливает некачественное крепление обсадных колонн и, как следствие, возникновение межколонных давлений и межпластовых перетоков. Во избежание последующего образования грифонов и открытых фонтанов за счет высоких межколонных давлений производится периодический выброс газа в атмосферу, что приводит к неконтролируемым экономическим потерям, дополнительным затратам на капитальный ремонт скважин, а также нарушению требований экологической и промышленной безопасности производства.

С целью снижения вероятности нарушения целостности цементного камня требуется обеспечить стабильное состояние газоводопроявляющих пластов на этапе его формирования.

На практике в процессе углубления скважины перед спуском и цементированием обсадных колонн производится изоляция водопроявляющих пластов. Существует ряд технологий ограничений водопритока с использованием профильных перекрывателей и разных герметизирующих устройств, а также видов технологических жидкостей, изоляционных материалов и систем.

Необходимо отметить, что применение данных технологий предусматривает остановки процесса углубления скважины и проведение дополнительных спускоподъемных операций, приводящих к увеличению непроизводительного времени (НПВ) в общем цикле строительства скважины.

Разработка вязкоупругой системы и технологии изоляции водопроявляющих пластов без остановки процесса бурения позволят

сократить сроки строительства скважины и обеспечить длительную и безаварийную её эксплуатацию.

Степень проработанности темы исследования

Проблема бурения в водопроявляющих интервалах, качество крепления обсадных колонн, а также снижение водопритоков, приводящих к обводненности скважинной продукции, является предметом широких научных и промысловых исследований. Разработкой технологий изоляции притока пластовых вод при строительстве скважин с условиями аномальных пластовых давлений занималось научное российское и зарубежное сообщество. Среди отечественных ученых можно отметить труды Бекетова С.Б., Гасумова Р.А., Минликаева В.З., Мосиенко В.Г., Нерсесова С.В., Остапова О.С., Семенова Н.Я.

Теоретические и практические вопросы ограничения и ликвидации водопритоков при разработке нефтегазовых месторождений, а также эксплуатации и ремонтных работах в скважине отмечены в трудах Блажевич В.А., Демичева С.С., Девликамова В.В., Земцова Ю.В., Зозули Г.П., Клещенко И.И., Мазаева В.В., Маляренко А.В., Мищенко Н.Т., Овчинникова В.П., Рогачева М.К., Стрижнева К.В., Телкова А.П., Уметбаев В.Г., Шамсутдинова М.Х., Ягафарова А.К. За рубежом в данной области научных изысканий выделяются работы *B. Bailey, A. Taha, M. Amani, N. Ahmad, H. Al-Shabibi, S. Malik*.

Существующие способы изоляции водоносных пластов, например, селективная изоляция, временное блокирование пласта, а также применяемые герметизирующие устройства на основе профильных перекрывателей не всегда позволяют безаварийно и качественно проводить мероприятия по ограничению водопритоков в скважине.

В результате теоретических исследований установлено, что для снижения НПВ бурения скважин, осложненных наличием водопроявляющих пластов, требуется разработка вязкоупругой системы и технологии ограничения водопритока без остановки процесса углубления забоя, основанная на регулировании скорости

потока бурового раствора в кольцевом пространстве с учетом реологических и физико-механических её свойств.

Объект исследования – бурение скважин.

Предмет исследования – вязкоупругие системы и технологии изоляции водопроявляющих пластов.

Цель работы – повышение качества изоляции водопроявляющих пластов вязкоупругими системами в процессе бурения скважин.

Идея работы заключается в блокировании водопроявляющих пластов регулированием времени структурообразования и скорости течения вязкоупругой системы в кольцевом пространстве без остановки процесса бурения скважины.

Основные задачи исследования:

1. Теоретическое обоснование и научное подтверждение необходимости и целесообразности разработки технологии изоляции водопроявляющих пластов без остановки процесса бурения.

2. Разработка вязкоупругой системы для изоляции водопроявляющих пластов без остановки процесса бурения.

3. Теоретические и экспериментальные исследования физико-механических свойств вязкоупругой системы на основе полиакрилата для изоляции водопроявляющих пластов.

4. Разработка устройства и технологии водоизоляции пластов без остановки процесса бурения.

5. Разработка алгоритма и программного обеспечения для расчета основных технологических параметров изоляции водопроявляющих пластов.

Научная новизна работы

1. Определен механизм управления физико-механическими свойствами разработанной вязкоупругой системы на основе полиакрилата и полиалкиленгликоля и определено оптимальное соотношение её компонентов для осуществления технологии изоляции водопроявляющего пласта с учетом скорости потока бурового раствора в кольцевом пространстве и углублении забоя.

2. Разработаны математические модели, позволяющие определить изменение пластической вязкости от времени и оптимальную концентрацию вязкоупругой системы (ВУС), обеспечивающую возможность изоляции водопроявляющего пласта без остановки процесса бурения.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработана вязкоупругая система и технология водоизоляции, позволяющая производить блокирование пласта в интервалах избыточного пластового давления без проведения дополнительных спуско-подъемных операций и обеспечить снижения НПВ при бурении скважин.

Разработан алгоритм и программное обеспечение для моделирования гидродинамических параметров процесса изоляции с учетом термобарических условий в скважине, режимов ее бурения и физико-механических свойств ВУС.

Результаты диссертационных исследований используются в учебном процессе при подготовке специалистов в области бурения и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин Санкт-Петербургского университета.

Методология и методы исследований

В работе применялись методы исследования, включающие планирование эксперимента, математическую статистику и математическое ожидание, а также корреляционно-дисперсионный анализ. Проведение вычислительного эксперимента проводилось с использованием программного обеспечения *COMSOL Multiphysics*.

На защиту выносятся следующие положения:

1. Вязкоупругая система «SPMI-7» на основе полиакрилата и полиалкиленгликоля в соотношении 40:60 содержащаяся в объемной доли воды от 1,15 до 1,25 %обеспечивает сохранение пластической вязкости от 4 до 5 Па·с более 10-15 мин, что обуславливает её равномерное распределение в порах водопоявляющего пласта.

2. Технология изоляции без остановки процесса бурения при механической скорости от 20 до 30 м/ч и регулируемой скорости

течения бурового раствора в кольцевом пространстве в зоне водопроявляющего пласта скважины от 1,0 до 2,5 м/с позволяет создать надежный блокирующий экран пласта мощностью от 5 до 7 м.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Степень достоверности защищаемых научных положений, выводов и рекомендаций основана на сходимости и воспроизводимости результатов лабораторных и вычислительных экспериментов.

Апробация диссертационной работы проведена на 9 научно-практических мероприятиях с докладами: (г. Санкт-Петербург, 2017 г.; г. Краков, 2017 г.; г. Санкт-Петербург, 2018 г.; г. Ханты-Мансийск, 2019 г.; г. Москва 2019 г. (две конференции); г. Фрайберг, 2019 г.; г. Санкт-Петербург, 2019 г.; г. Нижневартовск 2020 г.).

Личный вклад автора. Проведены теоретические и экспериментальные исследования, в результате которых разработан состав вязкоупругой системы и предложена новая технология предотвращения водопроявления в скважине без остановки процесса бурения. На уровне изобретения разработано устройство регулятора давления для гидродинамического воздействия на призабойную зону пласта.

Публикации. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 7-ми печатных работах, в том числе в 4 статьях – в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях – в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science. Получен 1 патент на полезную модель.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из оглавления, введения, пяти глав, с выводами по каждой их них, заключения, списка литературы, включающего 101 наименование.

Работа изложена на 104 страницах машинописного текста, содержит 34 рисунка, 23 таблицы, список сокращений и условных обозначений, 1 приложение.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность и искреннюю признательность научному руководителю, доктору технических наук, доценту, профессору кафедры бурения скважин Двойникову М.В. за помощь в подготовке и проведении научных исследований, научному консультанту, кандидату технических наук, доценту, доценту кафедры бурения скважин Нуцковой М.В. за консультацию при проведении лабораторных экспериментов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлено общее описание работы, обоснована актуальность, сформулированы цель и задачи исследований.

В первой главе представлен анализ используемых материалов и технологий для ликвидации водопроявлений при строительстве и эксплуатации скважин.

Наиболее успешными жидкостями блокирования, например, при ремонтных работах в интервалах водопроявлений являются жидкости с низким показателем динамического напряжения сдвига. Регулирование их реологии позволяет снизить вероятность проникновения жидкости блокирования в продуктивный горизонт и ухудшить его фильтрационно-емкостные свойства.

Известно большое количество жидкостей блокирования и вязкоупругих водных систем. Их применение не позволяет производить закачку пачки без остановки процесса бурения.

Для изоляции водопроявляющих горизонтов применяются различные типы пакеров, перекрывателей с различными свойствами и методами установки. Некоторые элементы расширяются, взаимодействуя с определенными типами жидкостей (нефть, вода или газоконденсат), которые известны, как «набухающие пакеры». Они также зависят от заранее известных свойств, таких как температура, давление и степень минерализации пластового флюида.

Существующие схемы регулирования давления не позволяют отсечь только необходимый интервал по причине возникновения межколонных давлений, что негативно сказывается на вышележащих пластах относительно давления создаваемого на призабойную зону исследуемого интервала.

В результате анализа исследований установлено, что для предупреждения образования каналов фильтрации за счет миграции флюида из скважины при затвердевании цемента, а также сохранения крепи в процессе эксплуатации является целесообразной разработка состава и технологии ограничения водопритока без остановки процесса углубления забоя, которая основана на регулировании скорости потока бурового раствора и изоляционной пачки в кольцевом пространстве с учетом реологических и физико-механических свойств.

Во второй главе представлены методы и методологии исследований свойств ВУС для изоляции водопроявляющих пластов.

Представлены материалы, химические реагенты и оборудование для проведения экспериментальных исследований времени гелеобразования и физико-механических свойств вязкоупругой систем с целью определения возможности изоляции водопроявляющих пластов без остановки процесса бурения.

В результате исследований установлено, что существующие ВУС на основе, например, жидкого стекла, разных видов полисахаридов на основе водорастворимых полимеров акриламида подкрепленных цементом, полиакриламида, сшивающего агента – нитрата хрома, регулятора гелеобразования – сульфаминовой кислоты, а также многокомпонентных пенных систем не позволяют обеспечить физико-механические свойства изоляционного состава с низким динамическим напряжением сдвига и временем гелеобразования в термобарических условиях скважины.

Установлено, что разработанный состав «SPMI-7» на основе полиакрилатов и полиалкиленгликолей в соотношении 40:60 позволяет обеспечить требуемое время структурообразования с

сохранением физико-механических свойств в течение двух месяцев и более.

Проведение в лабораторных условиях экспериментальных исследований свойств ВУС для определения оптимального состава химических компонентов включает два этапа.

Первый этап предусматривает определение времени гелеобразования и физико-механических свойств ВУС. Вторым этапом предусматриваются исследования влияния химических компонентов «SPMI-7» на резиновые элементы компоновки низа буровой колонны и пакеров при последующей эксплуатации скважины.

Входные реагенты ВУС и их концентрации для проведения исследований: смесь «SPMI-7» с дистиллированной водой; смесь полимера «SPMI-7» с раствором $NaCl$ (концентрация $NaCl$ в воде – 3,16 г на 100 г); смесь полимера «SPMI-7» с насыщенным раствором $NaCl$ (концентрация $NaCl$ в воде – 31,6 г на 100 г).

Определение изменения структуры резинового элемента гидромеханического пакера с «SPMI-7» осуществлялось следующим образом. Формируются элементы резины правильной прямоугольной формы размерами: для упруго-прочных свойств при растяжении 115х25 мм (ГОСТ 270-75), для испытаний на кратковременное статическое сжатие используются образцы двух размеров I – диаметр 29,0 мм, высота 12,5; II – диаметр 32,0 мм, высота 38,0 мм (ГОСТ 265-77).

В работе проведен вычислительный эксперимент с учетом скважинных условий (температура и давление), а также свойств ВУС и горных пород. Определение изоляции водопроявляющих пластов проводится путем математического моделирования в программном комплексе *COMSOL Multiphysics*, с целью прогнозирования процесса изоляции водопритоков пласта.

В математическую модель процесса закачки любой жидкости закладываются геометрические условия поверхности, включая характеристики пористой среды, свойства флюидов, а также физические законы поведения флюида в пористой среде. Модель

смеси представляет собой макроскопическую двухфазную модель течения, во многом схожую с моделью пузырькового течения. Она отслеживает усредненную концентрацию фазы, или объемную долю, и решает единственное уравнение импульса для скорости смеси. Модель подходит для смесей, состоящих из твердых частиц или капель жидкости, погруженных в жидкость.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований ВУС для изоляции водопроявления пластов и определены оптимальные свойства компонентов, обеспечивающих качественное проведение данной операции без остановки процесса бурения.

Результаты исследования физико-механических и реологических свойств раствора разной концентрации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические и реологические свойства жидкостей на основе полимерного состава «SPMI-7»

Исследуемые свойства	Состав раствора				
	тех. вода (при $C_{SPMI-7} = 0,625\%$)	тех. вода (при $C_{SPMI-7} = 1,25\%$)	тех. вода (при $C_{SPMI-7} = 2,5\%$)	тех. вода (при $C_{SPMI-7} = 5,0\%$)	буровой раствор (при $C_{SPMI-7} = 1,25\%$)
Плотность ρ , кг/м ³	1,0	1,0	0,95	0,97	1,02
Условная вязкость T , с	25	250	состав не текучий	состав не текучий	состав не текучий
Статическая фильтрация Φ , см ³ /30 мин	>500	>500	6-10	6-10	6-10
Статическое напряжение сдвига через 10 сек и 10 мин покоя, СНС _{1/10} , дПа	2/2	5/5	33/30	114/100	39/48
Динамическое напряжение сдвига τ_0 , Па	0	30	20,87	356,44	91,5

Продолжение таблицы 1

Пластическая вязкость $\eta_{пл}$, мПа·с	31,74	79	113	39,7	58,16
Время образования неподвижной структуры, мин	структура подвижна	структура подвижна	0 (моментально)	0 (моментально)	структура подвижна
Растекаемость, см	>25	>25	отсутствует	отсутствует	11,25
pH	7	7	7	7	9

Из таблицы 1 видно, что сшивание раствора начинается при концентрации ВУС «SPMI-7» от 0,625% в дистиллированной воде, а при концентрации 5% время гелеобразования близко к моментальному, которое невозможно отследить. В насыщенном солью растворе гелеобразования не происходит.

Анализ результатов исследований показал, что при добавлении 2,5-5% «SPMI-7» в дистиллированную воду смесь сшивается, фильтрация отсутствует. При добавлении полимера в минерализованную воду смесь не переходит в состояние геля и хорошо отфильтровывается.

На рисунке 1 представлена зависимость гелеобразования ВУС от времени. Результаты получены на приборе – вискозиметр Брукфильда ротационный DV2T.

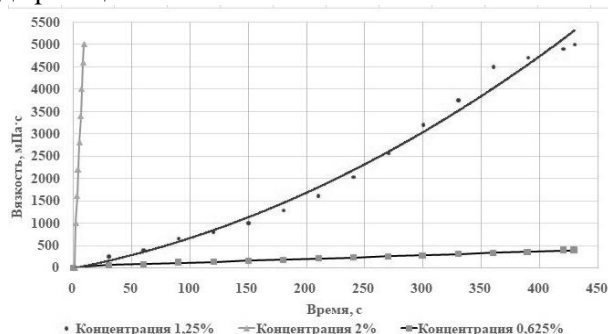


Рисунок 1– Зависимость пластической вязкости «SPMI 7» от времени при разных концентрациях ВУС

Из рисунка 1 видно, что рост вязкости полимерного раствора ВУС «SPMI-7» начинается в первые минуты формирования смеси, далее продолжает непрерывно экспоненциально расти вплоть до достижения максимальных значений пластической вязкости. При концентрации ВУС 1,25% оптимальное значение максимальной вязкости достигается за 440 с.

В результате исследования на совместимость полимерного состава «SPMI-7» концентрацией 1,25% с технологическими жидкостями выявлено, что пластическая вязкость и динамическое напряжение сдвига не изменились через 48 час, что говорит о стабильности полимера.

По результатам моделирования проникновения ВУС в водопроявляющий пласт без остановки процесса бурения представлена визуализация поступления пластового флюида в скважину при бурении водопроявляющих горизонтов (рисунок 2).

Из рисунка 2 (в) видно, что время формирования структуры ВУС составляет от 430 до 450 с.

Сходимость вычислительного эксперимента и физических исследований в лаборатории составляет 96%.

Для определения качества изоляции свойств «SPMI-7» проведены экспериментальные испытания на фильтрационной установке *FDES-645*. Петрографические параметры керна: пористость 20-22%, проницаемость 500-600 м².

Результаты фильтрационного эксперимента на насыпной модели представлены на рисунке 3.

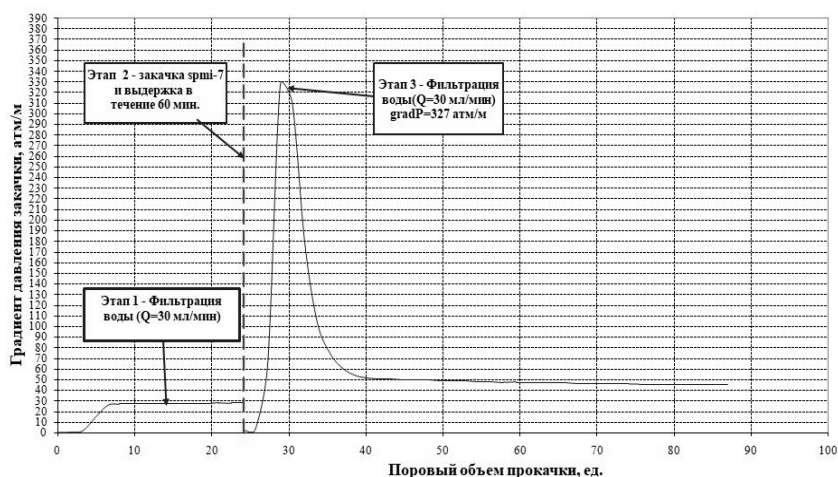


Рисунок 3 – Зависимость градиентов давления закачки пластовой воды от порового объема прокачки при моделировании процесса первичного вскрытия с использованием жидкости блокирования «SPMI-7»

После закачки состава градиент давления, при котором происходит прорыв воды, возрастает в 11,8 раза (с 2,73 до 33,13 мПа). Исследования подтверждают эффективность ВУС «SPMI-7».

С целью исследования глубины проникновения разработанной ВУС и образования сплошного экрана проведены микротомографические экспериментальные исследования. Исследования осуществляются на приборе «SkyScan-1173» позволяют с высокой точностью определить параметры порового пространства. На рисунке 4 представлена гистограмма определения количества пор по объему. В таблице 2 приведена общая пористость насыпного образца до и после проведения фильтрации.

Для сходимости эксперимента с ранее проведенными исследованиями по определению закупоривающей способности и с учетом их проницаемости не более 500 м² исследования томографии проводятся на цилиндрических образцах диаметром 2-3 см, высотой 3-4 см, при следующих параметрах: ускоряющее напряжение

130 кВ, сила тока 61 мА, пространственное разрешение 17 мкм, латунный фильтр толщиной 0,25 мм, шаг поворота 0,300°.

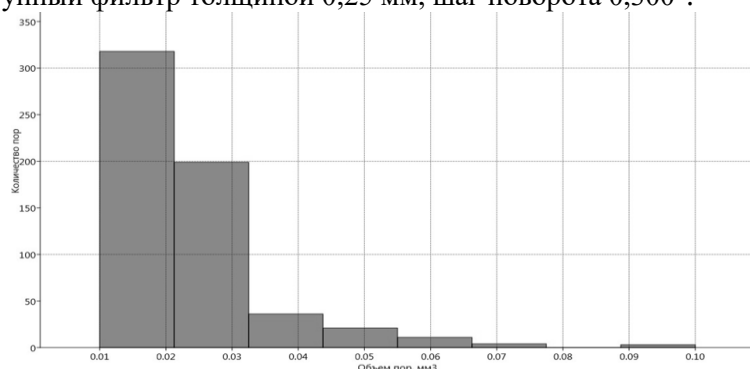


Рисунок 4–Гистограмма определения количества пор по объему

Таблица 2 – Общая пористость насыпного образца при томографических исследованиях

	До проведения фильтрации	После проведения фильтрации
Количество закрытых пор	75554	94277
Объем закрытых пор, мм ³	36,1	48,5
Поверхность закрытых пор, мм ²	2649,9	3388,6
Закрытая пористость, %	1,8	2,2
Объем открытого порового пространства, мм ³	410,1	36,1
Открытая пористость, %	16,6	1,6
Общий объем порового пространства, мм ³	446,2	84,6
Общая пористость, %	18,3	3,8

Анализ полученных результатов показывает, что после обработки образца составом «SPMI-7» пористость снижается с 18,3% до 3,8%. Выявлено снижение проницаемости на 80%.

$$\mu \begin{cases} (t) = K(-7 \cdot 10^{-7} t^4 + 0,0005 t^3 - 0,0816 t^2 + 9,2738 t + 0,2445), \\ K(C) = -0,413 C^2 + 1,984 C - 0,571 \end{cases}, \quad (1)$$

где K – это коэффициент поправки на концентрацию состава, рассчитанный из предположения о том, что формы кривых вязкости изменяются с изменением концентрации линейно без смещения, t – время гелеобразования, с; μ – пластическая вязкость, МПа·с; C – массовая концентрация раствора, %.

Приведенные выше уравнения (1) представляют собой зависимость пластической вязкости от времени для состава произвольной концентрации (формулы действуют в пределах $0 < C < 2,5\%$).

Результаты исследований образцов резины с разработанным составом ВУС «SPMI-7» показали, что полимер не значительно влияет на структуру резины. Прочность образцов резины на одноосное сжатие в естественном состоянии при величине относительных деформаций равных 25% составила 3,11 МПа, при относительных деформациях 40% – 6,74 МПа. Прочность исследуемых образцов после вымачивания в ВУС при величине относительных деформаций 25% составила 2,95 МПа, при относительных деформациях 40% – 6,10 МПа.

В четвертой главе представлено разработанное устройство-регулятор давления и технология его применения.

На рисунке 5 представлено устройство-регулятор давления.

Устройство скважинного гидромеханического пакера включает переводник 1, выполненный из углеродистой стали и закрепленный при помощи резьбового соединения в верхней части цилиндрического корпуса 6. Внутри корпуса 6 находится поршень 4, установленный с возможностью скольжения внутри корпуса 6. Поршень 4 соединен в верхней части с соплом 2 резьбовым соединением. Поршень 4 сверху и снизу герметизирован уплотнительными кольцами 3 и зафиксирован относительно исходного положения в корпусе 6 пружиной 5. В нижней части корпуса 6 установлены четыре плашки 7, выполненные из легированного сплава, они равноудалены относительно центра и

между собой, впаяны в манжету 8, которая выполнена из резины и припаяна при помощи вулканизации к корпусу 6.

Технология водоизоляции пластов осуществляется следующим образом: устройство-регулятор давления для создания давления в призабойной зоне включается в компоновку низа бурильной колонны; в процессе бурения производится активация устройства, обеспечивающего уменьшение/увеличение кольцевого зазора.

Расстояние от долота до регулятора давления выбирается исходя из мощности интервала проявлений пластовых флюидов. В процессе бурения производится уменьшение/увеличение кольцевого зазора за счет расклинивания резинового элемента посредством увеличения перепада давления на устройстве из-за высоких реологических показателей ВУС.

При первичном бурении и вскрытии водопроявляющих пластов активируется устройство-регулятор давления и затем производится углубление на 10-15 метров (в зависимости от мощности водопроявляющего пласта). После чего в бурильную колонну закачивается разработанный состав ВУС «SPMI- 7». Далее производится прокачка ВУС буровым раствором, причем буровой раствор выбирается с учетом химической нейтральности к ВУС для исключения использования дополнительных буферных жидкостей разделительных пачек.

Обязательно в процессе операции производится вращение бурильной колонны с контролем момента и нагрузок (веса на крюке) во избежание возникновения дифференциального прихвата. Перед закачкой (задавливанием в водопроявляющий пласт) ВУС фиксируется M (момент) и Q (расход), а также выход количества бурового раствора на сита, с учетом количества и фракционного состава шлама. При этом механическую скорость бурения рекомендуется снижать в случае снижения выхода шлама из кольцевого пространства. После закачки ВУС в пласт производится деактивация разработанного гидромеханического пакера и продолжается бурение скважины согласно программе работ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является законченной научно-квалифицированной работой, в которой предлагается решение важной и актуальной научно-технической задачи – повышение качества изоляции водопроявляющих пластов разработкой вязкоупругих систем и технологии изоляции водопроявляющих пластов при бурении скважин.

По результатам выполнения диссертационной работы сделаны следующие выводы:

1. Теоретически обоснована и научно подтверждена необходимость и целесообразность разработки ВУС и технологии изоляции водопроявляющих пластов без остановки процесса бурения.

2. Разработана ВУС «SPMI-7» на основе полиакрилата и полиалкиленгликоля в соотношении 40:60, позволяющая повысить качество изоляции водопроявляющих пластов.

3. На основе теоретических и экспериментальных исследований физико-механических свойств геля установлена оптимальная концентрация системы ВУС в диапазоне от 1,15 до 1,25 % содержащаяся в объемной доле воды с сохранением пластической вязкости от 4 до 5 мПа·с.

4. Разработано устройство-регулятор давления позволяющее осуществлять оперативный контроль и управление потоком бурового раствора в кольцевом пространстве скважины при водоизоляции пластов с учетом физико-механических свойств ВУС.

5. Разработан алгоритм и программное обеспечение для моделирования гидродинамических параметров процесса изоляции с учетом скважинных условий, режимов её бурения и физико-механических свойств ВУС.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. Двойников, М.В. Анализ и обоснование выбора составов для ограничения водопритоков при заканчивании скважин / Двойников М.В., Нуцкова М.В., **Кучин В.Н.** // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2017. – Т.17. - №1. – Савенок О.В.С.33-39.

2. Кучин, В.Н. Совершенствование технологии изоляции водопритоков при бурении в интервале аномальных пластовых давлений / **Кучин В.Н.**, Цыгельнюк Е.Ю., Нуцкова М.В., Двойников М.В. // Нефтегазовое дело. – 2018. – Т.16. - №4. – С.51-58.

3. Нуцкова, М.В. Профилактика и ликвидация осложнений, возникающих при заканчивании скважин / Нуцкова М.В., **Кучин В.Н.**, Ковальчук В.С. // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2020. – Т.20. - №1. – С.14-26.

Публикации в изданиях, входящих в международные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science:

4. Nutskova, M.V. Improving the quality of well completion in order to limit water inflows / M.V. Nutskova, M.V. Dvoynikov, **V.N. Kuchin** // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 12. –Iss.22. – P.5985-5989.

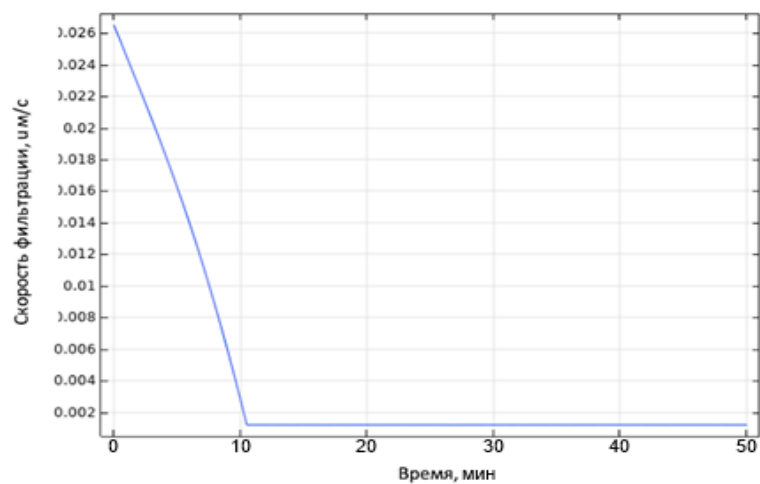
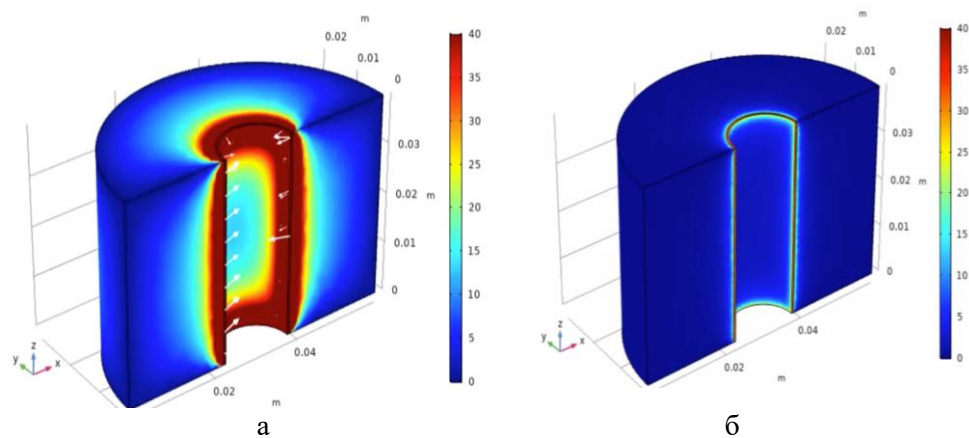
5. Nutskova M.V., Investigating of compositions for lost circulation control / Nutskova M.V., Rudiaeva E.Y., **Kuchin V.N.**, Yakovlev A.A. // Youth Technical Sessions Proceedings– Proceedings of the 6th Youth Forum of the World Petroleum Council– Future Leaders Forum. – 2019.–P.394–398.

6. Kuchin V.N. Isolation through a viscoelastic surfactant of a fracable hydrocarbon-containing formation / **Kuchin V.**, Dvoynikov M., Nutskova M. //Journal of Physics: Conference Series.– 2020.– 1478(1), 012022.

7. Двойников, М.В. Разработка вязкоупругих систем и технологии изоляции водоносных горизонтов с аномальными пластовыми давлениями при бурении нефтегазовых скважин / М.В. Двойников, **В.Н. Кучин**, М.Ш. Минцаев // Записки Горного института. – 2021. – Т.247. – С.1-9. –DOI: 10.31897/PMI.2021.1.7

Патент:

8. Патент № 194454. Российская Федерация МПКЕ21В 33/12 (2006.01). Скважинный гидромеханический пакер: 2019130336: заявл. 24.09.2019: опубл. 11.12.2019 / **Кучин В.Н.**, Двойников М.В., Куншин А.А., Буслаев Г.В. заявитель СПГУ. – 8 с.: ил. – Текст: непосредственный.



в

Рисунок 2 – Зависимость времени гелеобразования ВУС от скорости фильтрации в пласт (в), начало (а) и окончание (б) процесса изоляции водопровящего горизонта ВУС

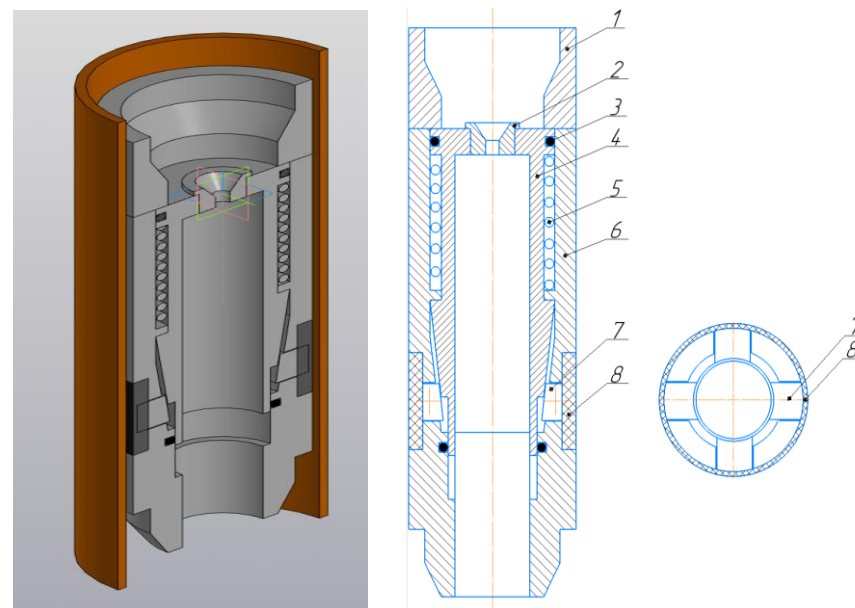


Рисунок 5 – Устройство – регулятор давления