

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО



НПО «БУРОВАЯ ТЕХНИКА»

Россия, 115114, г. Москва, ул. Летниковская, 9, стр.1
www.vniibt.ru
reception-bt@integra.ru
тел. (495) 959 6709
факс (495) 660 3073

17.03.2010 № 148-08

на № _____

Объявление на сайт ОАО НПО «Буровая техника»

Диссертационный совет Д.520.027.01 при Открытом акционерном обществе «Научно-производственное объединение «Буровая техника», ул. Летниковская, 9, Москва, 115114, тел.: 959-67-09, 959-67-10, 959-67-12 объявляет, что Кашапов Марат Алямович представил диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук «Технология бурения скважин винтовыми забойными двигателями с промывкой пенными системами» по специальности 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин, технические науки.

Защита состоится « 22 » апреля 2010 г. в 14 часов на заседании
Диссертационного совета ОАО НПО «Буровая техника».

Объявление размещено на сайте ОАО НПО «Буровая техника» www.vniibt.ru
18.03.2010.

Председатель диссертационного совета

[Signature]

Г.С.Оганов

На правах рукописи



**КАШАПОВ
МАРАТ АЛЯМОВИЧ**

**ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН ВИНТОВЫМИ ЗАБОЙНЫМИ
ДВИГАТЕЛЯМИ С ПРОМЫВКОЙ ПЕННЫМИ СИСТЕМАМИ**

Специальность 25.00.15 - Технология бурения и освоения скважин

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ставрополь 2010

Работа выполнена в ОАО «Северо-Кавказский научно-исследовательский проектный институт природных газов» ОАО «Газпром» (СевКавНИПИГаз)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Гасумов Рамиз Алиджавад оглы

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Плотников Валерий Матвеевич

кандидат технических наук
Малкин Илья Борисович

Ведущее предприятие: филиал **ООО «Газпром ВНИИГаз» - «СеверНИПИГаз»**

Защита состоится « 22 » апреля 2010 г. в 14:00 часов на заседании диссертационного Совета Д 520.027.01 при ОАО НПО «Буровая техника» - ВНИИБТ» по адресу: 115114, г. Москва, ул. Летниковская, д. 9, строение 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОАО НПО «Буровая техника» - ВНИИБТ».

Автореферат разослан « » _____ 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета Д 520.027.01
доктор технических наук



Д. Ф. Балденко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из основных и сложных этапов в цикле строительства скважин является вскрытие продуктивного пласта, от качества выполнения которого, зависит дебит эксплуатационных и приемистость нагнетательных скважин.

Опыт проводки скважин на месторождениях и подземных хранилищах газа (ПХГ) в условиях аномально низких пластовых давлений (АНПД) показывает, что если в качестве промывочного агента применяется обычный глинистый раствор, то, как правило, давление, создаваемое столбом жидкости, значительно превышает пластовое. В результате происходит закупоривание пор и каналов продуктивного пласта глинистым наполнителем промывочной жидкости и снижение фильтрационно-емкостных свойств коллектора. При этом процесс углубления скважины может осложниться частичной или полной потерей циркуляции с последующим оттеснением углеводорода от призабойной зоны пласта.

Для решения задач по максимальному сохранению коллекторских свойств пласта при первичном вскрытии требуется дальнейшее совершенствование техники и технологии бурения скважин, позволяющих снизить отрицательное влияние бурового раствора на продуктивный пласт.

Одним из путей достижения поставленной цели является применение соответствующих промывочных жидкостей, а также режимов и схем промывки забоя, позволяющих обеспечить снижение до минимума перепад давления в системе «скважина-пласт», предотвратить глубокое проникновение фильтрата промывочной жидкости в пласт и максимально сохранить проницаемость коллектора.

Так применение технологий вскрытия продуктивных пластов с АНПД в условиях минимальной репрессии в системе «скважина-пласт», когда в качестве промывочного агента используются азрированные жидкости, пены, инертные газы и др., обеспечивает выполнение поставленных задач.

Анализ опыта вскрытия пластов в условиях АНПД с применением двух- или трехфазных пен показывает, что благодаря реологическим и физико-химическим свойствам данных неньютоновских сред бурение скважин осуществляется без

потери циркуляции промывочного агента, с обеспечением необходимого противодействия на пласт и минимального отрицательного влияния на фильтрационные характеристики коллектора. С другой стороны применение технологий строительства скважин с наклонно направленным и горизонтальным окончанием ствола (ГОС) также позволяет повысить продуктивность скважин на месторождениях, находящихся на поздней стадии эксплуатации.

Практика строительства скважин с ГОС показала, что для получения лучших результатов проводки, наиболее целесообразным является применение винтовых забойных двигателей (ВЗД), обеспечивающих достаточно высокий крутящий момент при относительно низкой частоте вращения долота. Эффективное применение ВЗД отмечается при строительстве скважин с ГОС, при бурении вторых стволов, при проведении буровых работ внутри обсадных колонн, при разбуривании цементных и песчаных пробок, а также при выполнении целого ряда ремонтно-восстановительных работ (РВР).

Известно, что в качестве промывочных агентов, являющихся энергоносителями для ВЗД, применяются, как правило, техническая вода и глинистый раствор. В отдельных случаях для условий АНПД используют газожидкостную смесь в виде аэрированной нефти или аэрированной воды. Однако практически не применяется технология бурения ВЗД с промывкой пенными системами.

В связи с изложенным, исследования в области применения трехфазной пены в качестве промывочного агента при бурении ВЗД в условиях АНПД являются, по нашему мнению, весьма актуальными.

Цель работы. Повышение эффективности проводки скважин, качества вскрытия продуктивного пласта и ремонтно-восстановительных работ в условиях аномально низких пластовых давлений с использованием винтовых забойных двигателей и трехфазных пен в качестве рабочего промывочного агента.

Основные задачи исследований

1. Анализ и обобщение опыта существующих способов бурения скважин с применением различных типов промывочных систем в условиях АНПД.

2. Разработка и исследование составов пенообразующих жидкостей и пен для промывки и временного блокирования вскрываемого коллектора при бурении и глушении скважин в условиях АНПД, устойчивых к действию высоких температур и агрессии пластовых флюидов.

3. Стендовые исследования закономерностей изменения технических характеристик ВЗД при использовании в качестве промывочного агента технической воды, глинистого раствора и устойчивой трехфазной пены.

4. Разработка технологии вскрытия продуктивных пластов с использованием ВЗД и пенных систем в условиях АНПД.

5. Промысловые испытания разработанных составов пенообразующих жидкостей и пен, а также апробация технологии бурения скважин с использованием ВЗД и промывкой скважин трехфазной пеной.

Научная новизна

1 Выявлена группа поверхностно активных веществ, устойчивых к действию высоких температур и агрессии пластовых флюидов, на основе которых созданы составы пенообразующих жидкостей и пен для промывки и временного блокирования продуктивного пласта в условиях АНПД при бурении и глушении скважин.

2 Установлены закономерности изменения технических характеристик ВЗД при работе с использованием в качестве промывочного агента устойчивой трехфазной пены.

3 Исследованы и определены эффективные составы пенообразующих жидкостей для приготовления пенных систем, используемых в качестве рабочего агента и временного блокирующего экрана в продуктивном пласте при бурении с применением ВЗД.

4 Определено влияние различных типов энергоносителей на технические характеристики работы ВЗД.

5 Научно обоснованы области эффективного применения ВЗД при вскрытии продуктивных пластов трехфазной пеной в качестве промывочного агента.

Практическая значимость

1 Разработан комплекс мероприятий, обеспечивающий максимальное сохранение коллекторских свойств продуктивных пластов, вскрытых наклонно направленными скважинами с горизонтальным окончанием ствола в условиях аномально низких пластовых давлений.

2 Разработана технология вскрытия продуктивного пласта с использованием для привода долота винтовых забойных двигателей и применением в качестве рабочего промывочного агента пенной системы.

3 Разработана технология создания временного блокирующего экрана в системе «скважина-пласт» в процессе вскрытия продуктивного пласта с АНПД.

4 Проведены промысловые испытания разработанных технологических жидкостей и технологий на скважинах Северо-Ставропольского, Елшано-Курдюмского и Пунгинского ПХГ, которые подтвердили результаты лабораторных и стендовых исследований.

5 Разработаны рекомендации и программы к технологическим процессам бурения и капитального ремонта для внедрения на буровых предприятиях ОАО «Газпром».

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были представлены на:

I - ой Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов по проблемам газовой промышленности России «Новые технологии в газовой промышленности» (г. Москва, ГАНГ им. И.М. Губкина, 1995 г.);

XXVI научно-технической конференции по результатам научно - исследовательской работы профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов, посвященной 25-летию создания ВУЗа (г. Ставрополь, СевКавГТУ, 1996 г.);

Первой Региональной научно-технической конференции «ВУЗовская наука-Северо-Кавказскому региону» (г. Ставрополь, СевКавГТУ, 1997 г.);

II-ой Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов по проблемам газовой промышленности России «Новые технологии в газовой промышленности». (г. Москва, ГАНГ им. И.М. Губкина, 1997 г.);

II-ом Международном семинаре «Горизонтальные скважины» (г. Москва, ГАНГ им. И.М. Губкина, 1997 г.);

Научно-техническом совете РАО «Газпром» «Об обеспечении геофизическими исследованиями горизонтальных и наклонно направленных скважин» (г. Тверь, 1998 г.).

Международной научно-практической конференции «Газовой отрасли – новые технологии и новая техника» (г. Ставрополь, СевКавНИПИгаз, 2002 г.).

Ученом совете Всероссийского научно-исследовательского института буровой техники ОАО «Научно-производственное объединение «Буровая техника» - ВНИИБТ» (г. Москва, ОАО НПО «Буровая техника» - ВНИИБТ», февраль 2010 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 25 печатных работ. Пять работ опубликованы в ведущих рецензирующих научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 163 страницах, в том числе содержит 33 таблицы, 14 рисунков и 35 формул. Работа состоит из введения, 4-х разделов, основных выводов, списка использованных источников и 4-х приложений. Список использованных источников включает 79 наименований.

Автор выражает искреннюю благодарность доктору технических наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ Р.А. Гасумову за оказанную помощь.

Автор благодарен за квалифицированные консультации на различных этапах выполнения работы докторам технических наук В.И. Нифантову, А.М. Гусману, Д.Ф. Балденко и кандидату технических наук В.Г. Мосиенко. Автор выражает свою признательность за полезные советы и практическую помощь при выполнении работы сотрудникам ОАО «СевКавНИПИгаз» Л.И. Свинцицкой и Л.В. Швецу, Ф «Севербургаз» Нестеру Н.И., а также к.т.н. Афанасьеву А.В., главному геологу ООО «Газпром трансгазюгорск».

Автор выражает особую признательность и искреннюю благодарность ведущим специалистам ОАО «СевКавНИПИгаз», ООО «Кавказтрансгаз», ООО «Югтрансгаз», Ставропольского УБ и РВР, ОАО «Подзембургаз», в частности филиалов «Приволжское УБР» и «Севербургаз», за содействие во внедрении разработок на предприятиях отрасли.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований, определена научная новизна и практическая значимость работы.

Первый раздел диссертации посвящен анализу вопросов связанных с вскрытием продуктивных пластов различными способами при коэффициенте аномальности пластового давления ниже 0,7.

Значительный вклад в создание и развитие методологической и теоретической базы технологий, связанных с использованием пенных и газожидкостных систем при вскрытии продуктивных пластов, а также технологий бурения винтовыми забойными двигателями внесли В.А. Амиян, А.В. Амиян, П.И. Астафьев, А.С. Бронзов, Д.Ф. Балденко, Ф.Д. Балденко, Ю.В. Вадецкий, Н.П. Васильева, М.С. Винарский, Н.А. Гукасов, М.Т. Гусман, Р.Т. Дженсен, В.И. Исаев, К.Б. Канн, Р.Г. Карлов, В.И. Крылов, Б.Б. Кудряшов, Е.Г. Леонов, М.Р. Мавлютов, А.О. Межлумов, Э.Х. Мехтиев, А.Х. Мирзаджанзаде, И.М. Мурадян, В.М. Плотников, И.О. Стокли, К.М. Тагиров, Р.А. Хук, В.Е. Шмельков и целый ряд других авторов.

В высокопроницаемых пластах, в интервалах с коэффициентом аномальности пластового давления менее 0,7, особенно при бурении скважин на ПХГ, где имеет место высокая дренированность продуктивного коллектора за счет непрерывного процесса закачки и отбора газа, сравнительно небольшая репрессия, создаваемая столбом промывочной жидкости может вызвать интенсивные поглощения. В связи с этим особое значение приобретают технологии и технологическое оборудование, позволяющие проводить углубление скважины с минимально отрицательным воздействием на коллекторские свойства продуктивного пласта.

В данном разделе проведен анализ современных технологий и способов для качественного вскрытия продуктивных пластов в условиях АНПД, позволяющих максимально сохранить естественную проницаемость продуктивных коллекторов, что особенно важно при отборе углеводородного сырья из месторождений, находящихся на поздней стадии разработки.

Приведены результаты успешного строительства скважин отечественными и зарубежными компаниями с использованием в качестве промывочной жидкости газообразных и пенных систем, а также аэрированных жидкостей.

В то же время опыт вскрытия продуктивных пластов при бурении скважин с использованием ВЗД и применением в качестве циркуляционного и рабочего агента пены, особенно в газовой отрасли – практически отсутствует. Поэтому основной целью диссертационной работы явилось создание технологии бурения скважин, в особенности наклонно-направленных с горизонтальным окончанием ствола в условиях АНПД с использованием ВЗД и трехфазной пены в качестве промывочного агента.

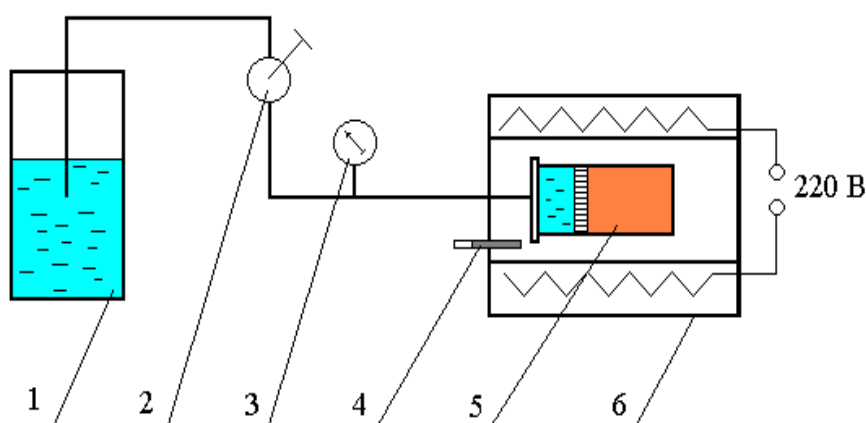
Второй раздел посвящен разработке составов пенообразующих полимерных жидкостей на основе выпускаемых отечественной промышленностью реагентов и лабораторным исследованиям на устойчивость пенных систем к термическому воздействию и влиянию пластовых флюидов.

Известно, что при повышении давления пена сжимается, но при этом ее устойчивость существенно возрастает. Повышение температуры, наоборот, способствует более быстрому разрушению пены. При этом вспениваемость анионных поверхностно - активных веществ (ПАВ) обычно увеличивается, а затем, пройдя через максимум, начинает снижаться. Для неионогенных ПАВ характерна, так называемая, точка помутнения, соответствующая определенной температуре, при достижении которой пенообразующая способность данных веществ резко снижается.

Анализ литературных источников свидетельствует, что уже при температуре выше 80°С двух- и трехфазные пенные системы, приготовленные на основе испытанных классов анионных и неионогенных ПАВ, частично разрушаются, теряя свои специфические свойства. Известны пенообразующие составы, не теряющие

своих свойств при температуре 120°C , однако присутствие таких компонентов, как метасиликат натрия и окись кальция, вызывает необратимую коагуляцию и в результате происходит снижение естественной проницаемости призабойной зоны продуктивного пласта. Присутствие углеводородного сырья (газоконденсат, нефть) в коллекторе, приводит к естественному снижению свойств ПАВ.

Исследования на устойчивость пен, приготовленных с различными типами пенообразователей, при температурах от 80°C до 160°C и давлениях 2,0 – 3,0 МПа проведены на разработанной нами установке, принципиальная схема которой приведена на рисунке 1.



1 - емкость с жидкостью; 2 - гидравлический пресс; 3 - манометр;
4 - термометр; 5 - камера высокого давления; 6 - термостат.

Рис. 1. Схема лабораторной установки для исследования свойств составов ПАВ при воздействии температуры и давления

Испытывались анионные ПАВ из группы алкансульфонатов, алкилсульфатов, α - олефинсульфонатов, а также композиции из неионогенных и анионных поверхностно активных веществ в смеси с полимерами и добавкой инертного твердого наполнителя.

Первая серия экспериментов проводилась без добавки нефти, вторая - с нефтью. Во втором случае в пенную систему добавлялось 10 % нефти по объему, затем система перемешивалась, замерялись параметры пены и далее исследования проводились по методике В.А. Амiana и Н.П. Васильевой.

Концентрация пенообразователя в растворе пенообразующей жидкости (ПОЖ) во всех случаях не превышала по основному веществу 1%.

В результате многочисленных экспериментов удалось выявить пять типов ПАВ, обеспечивающих вспениваемость пенообразующих жидкостей после цикла «нагревание - охлаждение». Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты лабораторных исследований на термобарическую стойкость водных растворов поверхностно - активных веществ

Тип ПАВ	Параметры пены				Параметры пены при контакте с нефтью			
	Кратность		Устойчивость, час		Кратность		Устойчивость, час	
	До нагрева	После нагрева	До нагрева	После нагрева	До нагрева	После нагрева	До нагрева	После нагрева
ОП - 10	2,75-3	2-2,5	72	72	2	1,5	72	72
Сульфонат	1,5-2,5	1,5	72	48	1,3	1,3-1,7	48	48
Сульфонол	3,5	3	48	48	3	3	48	48
Пенолифт	1,7 - 2,2	1,5	72	72	1,5	1,5 - 1,7	72	72
МЛ-80	3 - 4	1,5-3,0	72	72	2,5	2,5	72	72

Одновременно результаты экспериментов выявили определенную аномальность в изменении свойств пенной системы с нефтью. Так, кратность системы «пена–нефть» для некоторых поверхностно активных веществ снижается после охлаждения, но затем возрастает при повторном перемешивании до значений выше первоначальных.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить группу анионных ПАВ, которые не теряют своей пенообразующей способности при воздействии высоких температур (до 160 °С) и углеводородных жидкостей.

Были также проведены лабораторные исследования влияния твердой фазы, являющейся одним из компонентов трехфазной пены, на изменение проницаемости искусственного керна из отсеянного кварцевого песка. Как оказалось, существенное влияние на изменение проницаемости оказывает природа наполнителя. Если в

пористой среде, насыщенной трехфазной пеной, содержится в качестве наполнителя бентонитовая глина, то значительно повышается фактор сопротивления при фильтрации воздуха и воды. Поэтому при вскрытии продуктивных нефтяных или газовых пластов в условиях АНПД наибольший эффект достигается за счет применение пены с кислоторастворимой твердой фазой.

На основе результатов экспериментальных исследований:

- разработаны составы ПОЖ, применимых как для временного блокирования продуктивных горизонтов, так и для промывки и освоения скважины.

- выбраны поверхностно активные вещества, выпускаемые отечественной промышленностью, устойчивые к воздействию углеводородных жидкостей и повышенных температур.

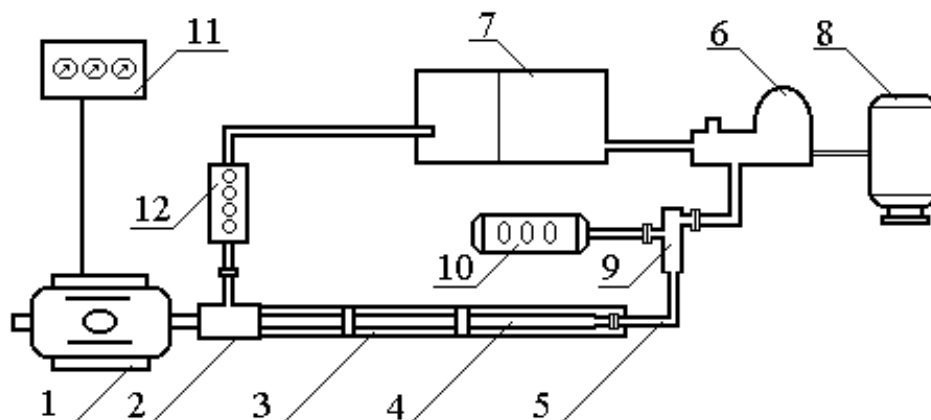
- разработаны и экспериментально обоснованы составы ПОЖ, которые найдут свое применение как для промывки скважин в процессе углубления с использованием в компоновке низа бурильной колонны винтового забойного двигателя, так и для временного блокирования продуктивных пластов в условиях АНПД.

Коллективом сотрудников ОАО «СевКавНИПИгаз» с участием автора была разработана и успешно внедрена на месторождении «Белый Тигр» (Вьетнам) технология создания временного блокирующего экрана в системе «скважина-пласт» с применением устойчивой пены на основе ПОЖ, обладающей устойчивостью к термобарическим воздействиям и к действиям агрессивной среды, представленной нефтью.

Третий раздел посвящен разработке экспериментальных средств и методов определения статических характеристик работы винтового забойного двигателя с промывкой различными типами промывочных агентов. Схема стенда, разработанного автором совместно с сотрудниками Пермского филиала ВНИИБТ, приведена на рисунке 2.

В разделе приведены результаты стендовых испытаний серийно выпускаемого Павловским машиностроительным заводом винтового забойного двигателя Д – 85, имеющего натяг в рабочей паре 0,2 мм, с использованием в качестве промывочного

агента технической воды, глинистого раствора и трехфазной пены при различных расходах и давлениях. В состав глинистого раствора входили следующие компоненты: модифицированная бентонитовая глина - 3%; полимер - 0,5%; техническая вода - остальное.



1 - тормозная муфта; 2 - переводник с отводом; 3 - установочная база; 4 - испытываемый ВЗД; 5 – нагнетательная линия; 6 - насос 9Т; 7 – емкость – отстойник и приемная емкость; 8 - электродвигатель; 9 - газожидкостной эжектор; 10 - компрессор; 11 - пульт управления; 12 - блок очистки и разрушения пены.

Рис. 2 – Принципиальная схема обвязки оборудования для проведения исследований работы винтового забойного двигателя с промывкой различными типами промывочных агентов

После проведения экспериментов на технической воде и глинистом растворе была исследована возможность работы двигателя с применением в качестве энергоносителя трехфазной пены. Для этого в глинистый раствор плотностью 1100 кг/м^3 добавили пенообразователь в объеме 0,2% от объема раствора. Пену получали через эжектор путем смешения воздуха от компрессора и ПОЖ от насоса.

Степень аэрации изменяли в интервале от 13 до 11 в зависимости от количества подаваемой жидкости ($0,186 \text{ м}^3/\text{мин}$ и $0,228 \text{ м}^3/\text{мин}$) при постоянном расходе воздуха.

В ходе экспериментов были получены численные значения параметров работы ВЗД. По полученным результатам были построены диаграммы зависимости

изменения величины развиваемого момента на величину частоты вращения ротора, давления и мощности, на основе которых были получены уравнения полиномиального вида.

Так уравнения изменения частоты вращения ротора от развиваемого момента при работе ВЗД на технической воде с расходом 0,228 м³/мин принимает следующий вид:

$$n = 166,5 - 6 \cdot 10^{-4} M^2 + 927 \cdot 10^{-4} \cdot M,$$

где: n - частота вращения ротора двигателя, об/мин, M – развиваемый момент, Н·м.

При использовании в качестве рабочего агента глинистого раствора с тем же расходом:

$$n = 139,9 - 8 \cdot 10^{-4} M^2 - 78 \cdot 10^{-4} \cdot M.$$

При использовании в качестве рабочего агента трехфазной пены образованной при подаче ПОЖ с расходом 0,228 м³/мин и воздуха 2,5 м³/мин:

$$n = 147 - 3 \cdot 10^{-4} M^2 - 27 \cdot 10^{-2} \cdot M.$$

Анализ построенных диаграмм, которые приведены в диссертационной работе, позволяет сделать следующие выводы:

1. Расход жидкости является одним из основных параметров режима работы двигателя. С увеличением расхода повышаются основные характеристики – мощность и частота вращения ротора двигателя на пенах аналогичны однофазной жидкости.

2. Изменение давления относительно момента происходит практически линейно, но в общем случае неоднозначно. Присутствие твердой фазы в глинистом растворе вызывает дополнительные гидродинамические потери, чем и объясняется рост давления. Ввод пенообразователя и вспенивание того же глинистого раствора, практически снизили потери до контрольных (по технической воде) значений.

Однако увеличение расхода по пенообразующей жидкости данную тенденцию не подтвердило. При увеличении расхода увеличились и гидравлические потери в двигателе.

3. При малых расходах по жидкости и при неизменной подаче воздуха, т.е. с увеличением степени аэрации пены за счет снижения гидравлических

сопротивлений, повышаются основные характеристики работы двигателя (частота вращения и мощность), подтверждая возможность работы двигателя не только с газожидкостными смесями, но и с устойчивыми трехфазными пенами.

На основании результатов стендовых испытаний возможности работы ВЗД Д – 85 на пене можно сделать следующие выводы:

1. Полученные характеристики работы серийно изготовленного двигателя подтвердили теоретические предпосылки расширения диапазона свойств энергоносителя для устойчивой работы данных типов объемных гидравлических двигателей.

2. Конструкция ВЗД позволяет применять их в промышленных условиях как с использованием в качестве рабочего агента ньютоновских, так и неньютоновских и пенных систем.

3. Рабочие характеристики ВЗД при использовании пены в качестве рабочего агента достаточно близки к рабочим характеристикам работы ВЗД с промывкой глинистым раствором.

4. Бурение скважин с горизонтальным окончанием ствола в условиях АНПД с применением винтового забойного двигателя на пене позволит вести процесс бурения со значительным снижением риска получения поглощения промывочного агента.

В четвертом разделе приведены результаты промышленных испытаний разработанных пенообразующих составов и технологического оборудования для работы с пенными системами на скважинах ОАО «Газпром».

Успешную апробацию пенообразующего состава для создания временного блокирующего экрана в системе «скважина-пласт» в условиях АНПД были проведены на вертикальной скважине № 100 Северо-Ставропольского ПХГ.

Разработанную технологию временного блокирования продуктивного пласта дополнительно испытали на скважине № 479 Елшано-Курдюмского ПХГ с горизонтальным окончанием ствола, но уже в условиях АВПД, где также успешно была достигнута цель по максимальному сохранению проницаемости коллектора.

Результаты промысловых испытаний разработанных пенообразующих жидкостей и технологии временного блокирования, приведенные в таблице 2, подтвердили эффективность выполненных мероприятий.

Таблица 2– Результаты опытно-промысловых испытаний

Параметры	До блокирования	После освоения
Скважина № 100 Северо-Ставропольского ПХГ		
диаметр штуцера, мм	7	7
давление в НКТ, МПа	2,35	2,29
давление за НКТ, МПа	2,43	2,37
дебит, тыс.м ³ /сут	18,33	17,69 (газ – сухой)
Скважина № 479 Елшано-Курдюмского ПХГ		
диаметр штуцера, мм	19,05	19,05
давление в НКТ, МПа	5,80	6,02
давление за НКТ, МПа	7,33	6,64
дебит, тыс.м ³ /сут	323,82	336,82 (газ – сухой)

Промысловые испытания технологии и дополнительного технологического оборудования, предназначенных для бурения скважин с применением пены, проведены с участием автора на скважинах № 2 ПХ Северо-Ставропольского ПХГ и № 2-01-Э Пунгинского ПХГ.

С применением разработанной технологий бурения и использованием пены в качестве промывочной жидкости было проведено также бурение интервала 1075-1420 м в скважине № 2 ПХ Северо-Ставропольского ПХГ роторным способом до проектной глубины 1420 м.

Пластовое давление на момент испытания разработанной технологии составляло 9,1 МПа. Длина вскрытого интервала на пене составила 345 м.

Параметры режима бурения на пене роторным способом скважины № 2 ПХ Северо-Ставропольского ПХГ приведены в таблице 3.

С использованием полученного опыта бурения скважины роторным способом была разработана технология углубления скважины на пене винтовыми забойными двигателями Д5–172 с номинальным натягом рабочей пары, изготовленного заводом Пермского филиала ВНИИБТ. Испытание данной технологии было проведено на скважине № 2-01-Э Пунгинского ПХГ, где коэффициент аномальности пластового давления составлял 0,35.

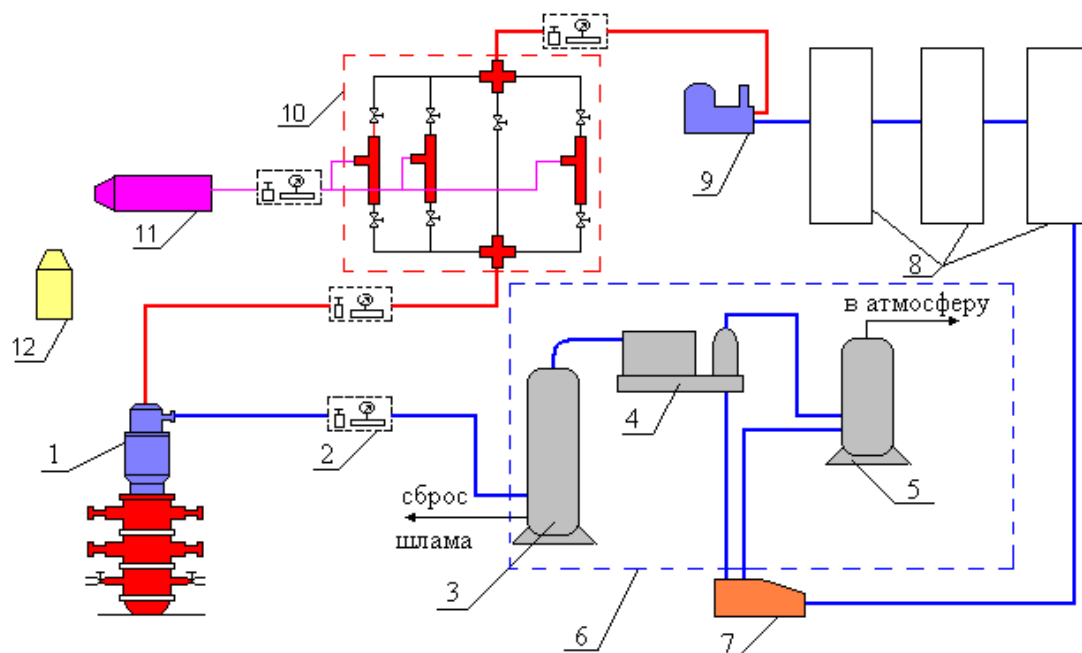
Таблица 3– - Режим бурения на пене роторным способом

Параметры	
Диаметр скважины, мм	215,9
Нагрузка на долото, т	6-8
Частота вращения ротора, об/мин.	60
Расход ПОЖ, м ³ /мин	0,72 -0,9
Расход воздуха, м ³ /мин: для пенообразования для разрушения	9
	5
Степень аэрации пены	12,5 – 10
Давление, МПа: насоса на входе в эжектор за эжектором на устье скважины от компрессора СД-9/101	7,0
	3,7
	0,4
	2,2
Плотность пены при н.у., кг/м ³	800 – 980
Плотность ПОЖ, кг/м ³	1060 - 1080
Условная вязкость по ПОЖ, с	45
Корка по ПОЖ, мм	0,5 – 0,7
СНС по ПОЖ, Па	30/50
рН	7,5
Фильтрация по ПОЖ, см ³ /30 мин	5,5

Было изготовлено и поставлено на скважину следующее дополнительное наземное оборудование: вращающийся превентор ПВ 280х7,0, модифицированный блок приготовления пены включающий аэратор, эжектор и смеситель, блок очистки и разрушения пены состоящий из сепаратора-отстойника, блока гидроциклонов и сепаратора – отбойник и станция контроля параметров режима бурения. Принципиальная схема расположения бурового оборудования приведена на рисунке 3.

В процессе бурения интервала с данным коэффициентом аномальности не было зафиксировано осложнения в виде интенсивного поглощения промывочного агента, которое, как правило, проявляется при применении ньютоновских жидкостей.

Проведенные на скважине испытания технологии и технологического оборудования подтвердили возможность применения данного способа бурения скважины с использованием пены в качестве промывочного агента.



1- вращающийся превентор; 2- первичные датчики расхода и давления; 3 – гравитационный сепаратор; 4 - блок циклонных сепараторов; 5 - сепаратор - каплеотбойник; 6 - блок очистки и разрушения пены; 7 - вибросита; 8 - мерные емкости; 9- буровой насос; 10 - блок приготовления пены; 11 - компрессор высокого давления (СДА -10/101); 12- станция технического контроля

Рис.3. Принципиальная схема обвязки наземного бурового оборудования при бурении на пене

Фактические параметры режима бурения на данной скважине приведены в таблице 4.

Данный опыт бурения наклонно направленной скважины винтовым забойным двигателем Д5–172 с промывкой пеной и с включением в компоновку низа бурильной колонны подтвердил возможность использования разработанной технологии углубления скважин в условиях АНПД при строительстве скважин как на месторождениях, так и на подземных хранилищах газа ОАО «Газпром».

Таблица 4 - Режим бурения на пене с включением в КНБК ВЗД Д5–172

Параметры	
Проектная глубина, м	1690
Пластовое давление МПа.	5,5
Текущий забой, м	1751
Угол отклонения от вертикали, град.	88
Нагрузка, т	7 - 8
Производительность насоса, м ³ /мин	1,32 - 1,38
Производительность компрессора СД-9/101, м ³ /мин	8 - 9
Давление, МПа: на насосе, перед блоком приготовления пены на выходе из блока приготовления пены на компрессоре СД-9/101 на блоке очистке и разрушения пены	5 - 7 4 - 6 5 - 8 0,3 - 0,6
Степень аэрации	6 - 6,5
Плотность пены на выходе из скважины, кг/м ³	800 - 950
Плотность ПОЖ, кг/м ³	1050
Условная вязкость, с	30
Фильтрация, см ³ /30 мин	6 – 7
СНС, Па	4/19
рН	9 – 9,5

Основные выводы

1. На основании анализа и обобщения опыта бурения скважин с применением различных типов промывочных систем выявлено, что одним из наиболее эффективных видов циркуляционного агента, используемого для вскрытия продуктивных пластов в условиях аномально низких пластовых давлений, является пена.

2. Выявлена группа поверхностно активных веществ, которые не теряют своей пенообразующей способности при воздействии высоких температур и углеводородных жидкостей.

3. Установлено, что разработанные составы пенообразующих жидкостей и полученные на их основе пенные системы для использования при промывке скважины и временного блокирования продуктивных пластов в условиях аномально

низких пластовых давлений устойчивы к действию агрессивных сред пластовых флюидов и одновременно могут являться энергоносителями для работы винтового забойного двигателя.

4. Экспериментально доказано, что проникновение дисперсной среды трехфазной пены в пористую среду кернов происходит на незначительную глубину, порядка 0,11 м при давлении до 2,5 МПа.

5 Результаты стендовых исследований работы винтовых забойных двигателей Д - 85 на пене подтвердили возможность расширения диапазона промывочных агентов для устойчивой работы серийно выпускаемых объемных гидравлических двигателей.

6 Разработана технология вскрытия продуктивных пластов с использованием винтового забойного двигателя и промывкой пеной в условиях аномально низких пластовых давлений.

7 Промысловые испытания разработанной технологии бурения скважин с применением винтового забойного двигателя Д5-172 с промывкой пеной подтвердили эффективность ее использования при бурении скважин в условиях аномально низких пластовых давлений.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в следующих научных трудах

1 Тагиров К.М. Результаты стендовых испытаний винтового забойного двигателя при работе на пене / К.М. Тагиров, В.И. Нифантов, М.А. Кашапов // Газовая промышленность.- 1997.- № 9.- С.37.

2 Лихущин А.М. Проводка скважин в осложненных горно-геологических условиях / А.М. Лихущин, В.С. Лаврентьев, М.А. Кашапов [и др.] // Газовая промышленность.- 1998.- № 10.-С.40-42.

3 Кашапов М.А. Технология вскрытия газовых коллекторов в условиях депрессии на пласт / М.А. Кашапов, Ю.К. Купчак // тезисы докладов I - конференции молодых ученых, специалистов и студентов по проблемам газовой промышленности России 26 - 28 сентября 1995 / ГАНГ им. И.М. Губкина - М., 1995 – С.89-90.

4 Нифантов В.И. Экспериментальное исследование влияния температуры на пенообразующую способность ПАВ / В.И. Нифантов, Ю.Н. Луценко, М.А. Кашапов [и др.] // Строительство газовых и газоконденсатных скважин : сб. науч. тр. / ВНИИГаз, СевКавНИПИгаз, М., 1995.- С. 71-76.

5 Нифантов В.И. Технология вскрытия продуктивных пластов в условиях АНПД / В.И. Нифантов, М.А. Кашапов, Ю.К. Купчак : тезисы докладов XXVI научно - технической конференции по результатам научно - исследовательской работы профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов за 1995 г., посвященной 25-летию создания вуза / СевКавГТУ.- Ставрополь, 1996. – С.56.

6 Гноевых А.Н. Технология углубления скважин, обеспечивающая гибкое регулирование давления в системе «скважина-пласт» / А.Н. Гноевых, К.М. Тагиров, В.И. Нифантов, М.А. Кашапов [и др.] // Реализация научно-технической программы перевооружения буровых предприятий РАО «Газпром» : материалы НТС РАО «Газпром».- Ставрополь, сентябрь 1996,- С. 17-30.

7 Нифантов В.И. Разработка составов пенных систем для бурения и ремонта скважин /В.И. Нифантов, М.А. Кашапов, Ю.К. Купчак, [и др.] // мат. тез. докл. XXVI научно-технической конференции по результатам научно - исследовательской работы профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов за 1995 г., посвященной 25-летию создания вуза / СевКавГТУ, Ставрополь, 1996. – С.65.

8 Нифантов В.И. Технология вскрытия продуктивных пластов в условиях равновесия давлений в системе «скважина-пласт» / В.И. Нифантов, Ю.К. Димитриади, М.А. Кашапов [и др.] // тезисы докладов Первой Региональной научно-технической конференции «ВУЗовская наука - Северо-Кавказскому региону». – СевКавГТУ.-Ставрополь, 1997. – С.166.

9 Нифантов В.И. Исследование влияния температуры и давления на пенообразующую способность растворов ПАВ /В.И. Нифантов, Р.Н. Каллаева, М.А. Кашапов [и др.] // тезисы докладов Первой Региональной научно-технической конференции «ВУЗовская наука-Северо-Кавказскому региону» / СевКавГТУ.- Ставрополь, 1997.– С.167.

10 Нифантов В.И. Разработка технологии вскрытия продуктивных пластов с горизонтальным участком в условиях АНПД / В.И. Нифантов, М.А. Кашапов, Ю.К. Димитриади [и др.] // тезисы докладов Первой Региональной научно-технической конференции «ВУЗовская наука - Северо-Кавказскому региону» /СевКавГТУ.- Ставрополь, 1997. – С.168.

11 Кашапов М.А. Бурение скважин в условиях гибкого регулирования забойного давления промывочной жидкости / М.А. Кашапов, Ю.К. Димитриади, Л.В. Швец // Новые технологии в газовой промышленности : тезисы докладов II Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов по проблемам газовой промышленности России / ГАНГ имени И.М. Губкина.- М.,1997.- С. 45-46.

12 Кашапов М.А. Исследование влияния температуры на пенообразующую способность ПАВ / М.А. Кашапов, Ю.К. Димитриади, Л.В. Швец //: Новые технологии в газовой промышленности : тезисы докладов II Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов по проблемам газовой промышленности России / ГАНГ имени И.М. Губкина.- М., 1997. – С.55.

13 Кашапов М.А. Технология вскрытия продуктивных пластов с горизонтальным участком ствола скважины в условиях АНПД /М.А. Кашапов, Ю.К. Димитриади, Л.В. Швец // Новые технологии в газовой промышленности : тезисы докладов II Всероссийской конференции молодых ученых, специалистов и студентов по проблемам газовой промышленности России . / ГАНГ имени И.М. Губкина.- М., 1997 – С.42.

14 Тагиров К.М. Технология вскрытия продуктивных пластов с горизонтальным участком ствола скважины в условиях АНПД / К.М. Тагиров, В.И. Нифантов А.А. Рябоконт, М.А Кашапов [и др.] // Горизонтальные скважины : тезисы докладов 2-го Международного семинара , 27-28 ноября 1997 / ГАНГ имени И.М. Губкина.- М., 1997 – С.20-21.

15 Нифантов В.И. Технология временного блокирования продуктивных пластов в горизонтальной скважине для проведения ГИС /В.И. Нифантов, В.И. Шамшин, М.А. Кашапов [и др.] // Об обеспечении геофизическими

исследованиями горизонтальных и наклонно направленных скважин : тезисы докладов научно - технического совета РАО «Газпром». Тверь, март. 1998 – С.50-53.

16 Нифантов В.И. Повышение качества вскрытия кизеловского горизонта на Елшано-Курдюмском ПХГ / В.И. Нифантов, С.А. Акопов, М.А. Кашапов [и др.] // Строительство газовых и газоконденсатных скважин : сб. науч. трудов ВНИИгаза и СевКавНИПИгаза.- М., 1999 – С.98-102.

17 Акопов С.А. Основные пути повышения надежности и долговечности винтовых забойных двигателей/ С.А. Акопов, Г.П. Шелудько, М.А. Кашапов [и др.] // Строительство газовых и газоконденсатных скважин: сб. науч. трудов ВНИИгаза и СевКавНИПИгаза.- М., 1999 – С.209-213.

18 Тагиров К.М. Бурение горизонтальных скважин забойными двигателями с промывкой пеной при пониженных пластовых давлениях / К.М. Тагиров, В.И. Нифантов, М.А. Кашапов [и др.] // Техника и технология вскрытия продуктивных пластов при депрессии на пласт : сб. науч. тр. / НПО «Бурение».- Краснодар, 2000.- Вып. 4. -С. 98-101.

19 Нифантов В.И. Разработка композиционного материала ингибирующей жидкости при бурении на депрессии в неустойчивых горных породах / В.И. Нифантов, М.А. Кашапов, Л.В. Швец // Геология, бурение и разработка газовых и газоконденсатных месторождений и ПХГ : сб. науч. тр. / ОАО «СевКавНИПИгаз». – Ставрополь, 2002. – С. 158 – 162.

20 Нифантов В.И. Влияние ингибирующего бурового раствора на устойчивость глинистых пород при бурении скважин / В.И. Нифантов, Л.В. Швец, М.А. Кашапов // Газовой отрасли – новые технологии и новая техника: тез. докл. межд. науч.-практ. конф. (Ставрополь, 9-12 сент. 2002 г.) / СевКавНИПИгаз.- Ставрополь:, 2002.–С. 86-87.

21 Нифантов В.И. Промысловые испытания технологии и специального оборудования для бурения скважин в условиях АНПД /В.И. Нифантов, С.А. Акопов, М.А. Кашапов [и др.] // Газовой отрасли – новые технологии и новая техника: тез.

докл. межд. науч.-практ. конф. (Ставрополь, 9-12 сент. 2002 г.) / СевКавНИПИГаз. – Ставрополь, 2002.–С. 84-85.

22 Нифантов В.И. Промысловые испытания технологии и специального оборудования для бурения скважин в условиях АНПД /В.И. Нифантов, С.А. Акопов, М.А. Кашапов [и др.] // Геология, бурение и разработка газовых и газоконденсатных месторождений и ПХГ : сб. науч. трудов ОАО «СевКавНИПИГаз» Юбилейный выпуск.- Ставрополь, 2002 – С.171-177.

23 Кашапов М.А. Технология бурения скважин с применением пен // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море.- № 11 – 2009. - Стр. 30-33.

24 Гасумов Р.А. Разработка пенообразующих составов для бурения и ремонта скважин / Р.А. Гасумов, М.А. Кашапов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - № 12 – 2009. - Стр. 30-33.

25 Кашапов М.А. Стендовые исследования характеристик работы винтовых забойных двигателей с различными типами промывочных агентов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - № 12.- 2009. - Стр. 3-5.

Принято к исполнению 15/03/10
Исполнено 16/03/10

Заказ № 599
Тираж 100 экз.

Отпечатано «Алла Принт»,
г. Москва, Лубянский проезд, д.25
Тел.: (495) 625-92-05 Факс: (495) 624-47-81
www.allaprint.ru
