

На правах рукописи

ЛЕУШЕВА Екатерина Леонидовна

**ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ
ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ С ДОБАВКАМИ
РЕАГЕНТОВ-ДЕТЕРГЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ ТВЕРДЫХ ГОРНЫХ
ПОРОД**

**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

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ - 2013

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

Научный руководитель -

доктор технических наук, профессор

Николаев Николай Иванович

Официальные оппоненты:

Шарафутдинов Зариф Закиевич

доктор технических наук, ОАО «Газпром промгаз», главный научный сотрудник

Уляшева Надежда Михайловна

кандидат технических наук, ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет», кафедра бурения, профессор

Ведущая организация – ООО «СамараНИПИнефть»

Защита диссертации состоится 27 сентября 2013 года в 15 ч. на заседании диссертационного совета Д 212.224.02 при Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» по адресу: 199106, Санкт-Петербург, В.О., 21-я линия, д.2, ауд. 1166.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национального минерально-сырьевого университета «Горный»

Автореферат разослан 26 августа 2013 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета

ОНИЩИН
Владислав Петрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы: Развитие минерально-сырьевой базы страны, повышение качества и эффективности бурения скважин предполагает освоение все больших глубин разрабатываемых месторождений.

Бурение скважин требует совершенствования не только техники и технологии буровых работ, но и систем буровых растворов. Технические и экономические показатели бурения во многом зависят от совершенства технологии промывки скважин, состава и свойств буровых растворов, их физико-химической обработки и соответствия буримым горным породам.

При бурении в твердых горных породах резко увеличиваются энергозатраты на разрушение породы на забое, что снижает эффективность бурения в целом. Особенно этот вопрос актуален при бурении скважин в Тимано-Печорской и Лено-Тунгусской нефтегазоносных провинциях, где геологический разрез представлен твердыми горными породами.

В связи с этим создание композиций эффективных буровых растворов с добавками реагентов - понизителей твердости горных пород представляется весьма актуальной задачей.

Значительный вклад в развитие научных представлений о процессах разрушения горных пород и влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на этот процесс внесли отечественные и зарубежные исследователи: Ребиндер П.А., Шрейнер Л.А., Жигач К.Ф., Дихтяр А.А., Криворучко А.М., Синюков Ю.М., Кусов Н.Ф., Таран Р.Н., Дудля Н.А., Синев С.В., Шоболова Л.П., Эдельштейн О.А. и др.

Исследованием и разработкой рецептур промывочных жидкостей в разное время занимались: Агзамов Ф.А., Ахмадеев Р.Г., Булатов А.И., Ангелопуло О.К., Гайдаров М.М.-Р., Городнов В.Д., Данюшевский В.С., Грей Дж. Р., Дарли Г.С.Г., Маковой Н., Николаев Н.И., Овчинников В.П., Рябова Л.И., Рязанов Я.А., Уляшева Н.М., Шарафутдинов З.З. и др.

Целью работы: Повышение эффективности разрушения твердых горных пород при бурении скважин.

Идея работы: заключается в создании композиций безглинистых буровых растворов на основе водорастворимых полимеров различной молекулярной массы с добавками реагентов – понизителей твердости горных пород (детергентов).

Задачи исследований:

- анализ материалов по применению реагентов – понизителей твердости в составе бурового раствора;
- разработка методики оценки эффективности реагентов понизителей твердости пород в составе бурового раствора;
- разработка составов буровых растворов повышающих эффективность бурения скважин в твердых горных породах;
- проведение экспериментальных и стендовых исследований свойств разработанных растворов и анализ полученных результатов;
- опытно-производственная оценка предложенным разработкам.

Методика исследований включает в себя комплекс экспериментальных исследований физико-механических свойств горных пород, а также основных структурно-реологических свойств безглинистых буровых растворов.

Научная новизна заключается в установлении зависимости изменения физико-механических свойств буримых твердых горных пород от состава и структурно-реологических показателей разработанных безглинистых буровых растворов с добавками реагентов - понизителей твердости, а также их концентраций, что обеспечит увеличение эффективности разрушения пород на забое.

Защищаемые научные положения:

1. Водные растворы анионактивных ПАВ при концентрациях 0,05 – 0,1% снижают твердость горных пород на 15-35%, что приводит к снижению удельной работы разрушения на 30-50%
2. Разработанная методика оценки влияния водных растворов ПАВ на изменение физико-механических характеристик твердых горных пород, включающая определение поверхностного натяжения, удельного электрического сопротивления раствора и предела прочности, микротвердости и динамической прочности породы, позволяет дать количественную оценку эффективности детергентов в составе буровых растворов пониженной плотности.

3. Буровые растворы на основе биополимера «КК Робус» (0,3 – 0,5%), высокомолекулярного акрилового полимера «К-М17» (3 – 5%), композиции анионоактивных ПАВ (0,05 – 0,1%), обеспечивают получение стабильных промывочных жидкостей плотностью 1,02 – 1,04 г/см³, с нормативными технологическими показателями, повышающих механическую скорость бурения на 10 – 40 %.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется современным уровнем аналитических и достаточным объемом экспериментальных исследований, воспроизводимостью полученных данных и удовлетворительной сходимостью расчетных величин с результатами лабораторных и опытно-производственных исследований.

Практическая значимость работы состоит в разработке составов безглинистых биополимерных буровых растворов пониженной плотности, позволяющих повысить эффективность бурения твердых горных пород.

Апробация работы. Основные положения, результаты теоретических и экспериментальных исследований, выводы и рекомендации докладывались на Международной молодежной научной конференции «Севергеозкотех – 2011», «Севергеозкотех – 2012» и «Севергеозкотех – 2013» (г. Ухта), V Международной научно-технической конференции «Бурение скважин в осложненных условиях», посвященной 90-летию ДонНТУ и 40-летию кафедры «Технология и техника геологоразведочных работ» (г. Донецк, 2011 год), V Всероссийской конференции «Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых» (г. Пермь, 2012 год), IV Международной научно-практической конференции молодых ученых (г. Уфа, 2011 год), Всероссийской молодежной научной конференции «Молодежь и наука на Севере» (г. Сыктывкар, г. Ухта, 2013 год).

Реализация результатов работы. Отдельные положения диссертационного исследования использованы при выполнении научно-исследовательских работ в рамках:

– ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы;

– стипендиальной программы Президента Российской Федерации молодым ученым и аспирантам на 2013-2015 годы по теме «Обоснование и разработка методики выбора поверхностно-активных веществ в составе буровых растворов для повышения эффективности разрушения твердых горных пород при бурении скважин»;

– опытно-производственного опробования при бурении скважин в твердых горных породах на Гиммельфарбском месторождении (Казахстан) и объекте Таловейс (республика Карелия).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 работ, 4 статьи опубликованы в журналах, входящих в перечень ведущих журналов и изданий, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем диссертационной работы.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов и рекомендаций, библиографического списка, включающего 86 наименований. Материал диссертации изложен на 105 страницах, включает 18 таблиц, 27 рисунков, 2 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приводится общая характеристика работы, обосновывается ее актуальность, определяются цель, задачи, идея работы, излагаются защищаемые научные положения, научная новизна и практическая значимость.

В первой главе приведен обзор современного состояния технологии бурения глубоких скважин в твердых горных породах.

Приведена общая характеристика прочностных свойств горных пород и способов интенсификации разрушения горных пород на забое скважин.

Дан анализ существующих методик выбора поверхностно-активных веществ для повышения эффективности разрушения твердых горных пород на забое скважины.

Приведена классификация поверхностно-активных веществ. Поставлены цели и задачи исследований.

Во второй главе изложена методика экспериментальных исследований. В ней кратко представлены основные исследуемые

физико-механические свойства и технологические параметры буровых растворов. Описаны приборы и принципы измерения. Приводится методика планирования экспериментов и статистической обработки результатов.

В третьей главе приведены исследования по разработке методики оценки влияния ПАВ в составе промывочной жидкости на эффективность разрушения горной породы на забое скважины и изложены результаты экспериментальных исследований по разработанной методике.

В частности, были проведены исследования по обоснованию выбора типа ПАВ в составе буровых растворов. Исследования состояли в замере краевых углов смачивания и определении микротвердости образца породы в среде различных водных растворов ПАВ с получением диаграмм деформации.

Были сделаны выводы, что наименьшие краевые углы смачивания имеют водные растворы анионноактивных и неионогенных ПАВ, при их концентрации 0,05% снижение краевого угла смачивания достигает 45%, при концентрации 0,1% снижение достигает 60%. Отмечено, что дальнейшее увеличение концентрации не является целесообразным, так как не ведет к значительному снижению краевого угла смачивания. Установлено, что все виды ПАВ снижают нагрузку, необходимую для разрушения образца, причем при концентрации ПАВ 0,05% это снижение составляет в среднем 25%, а с увеличением концентрации ПАВ до 0,1% снижение нагрузки достигает 40% для анионноактивных ПАВ.

Очевидно, что удельная работа разрушения определяется площадью, ограниченной диаграммой деформации в пределах упругости. Результаты соответствующих расчетов представлены на рисунке 1.

Из графиков видно, что при малых концентрациях (0,05%) все ПАВ уменьшают работу разрушения породы примерно на 40%. С увеличением концентрации до 0,1% анионноактивные ПАВ снижают работу упругих сил почти в три раза, а увеличение концентрации неионогенных и катионноактивных ПАВ на этот показатель практически не влияют.

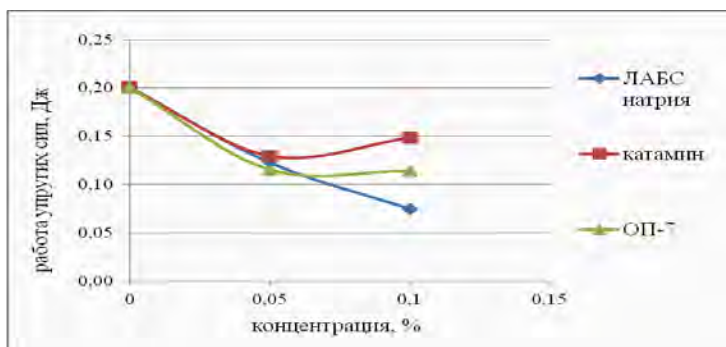


Рисунок 1 - Зависимость работы упругой деформации от концентрации ПАВ

Аналогичная зависимость наблюдается при анализе влияния ПАВ на твердость горных пород (рисунок 2).

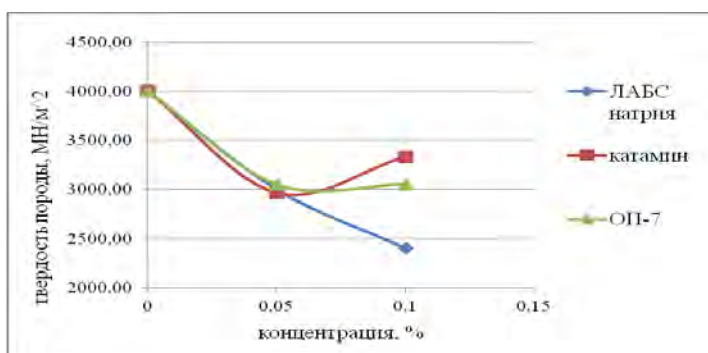


Рисунок 2 - Зависимость твердости породы от концентрации ПАВ

Так при концентрациях ПАВ 0,05% снижение твердости составляет в среднем 25% для всех исследуемых ПАВ, а с увеличением концентрации до 0,1% понижение твердости наблюдается при воздействии на породу только анионактивными ПАВ, и этот показатель уменьшается более чем на 40%.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о перспективности использования анионактивных ПАВ в составах

разрабатываемых буровых растворов в качестве реагентов – понизителей твердости горных пород.

В ходе исследований была разработана методика оценки разупрочняющего действия промывочной жидкости на твердые горные породы. Схема методики, может быть представлена в виде пяти последовательных этапов экспериментальных исследований и анализе полученных результатов (рисунок 3).

Понижение прочности горной породы на забое скважины можно выразить через функцию следующих физических свойств раствора:

$$\Delta P_p = f(\sigma_{н.н.}, R_p, \rho_p) \quad (1)$$

где ΔP_p - снижение прочности породы; $\sigma_{н.н.}$ - поверхностное натяжение раствора; R_p – удельное электрическое сопротивление раствора; ρ_p - плотность раствора.

То есть на первом этапе необходимо определить плотность раствора, поверхностное натяжение и удельное электрическое сопротивление.

На втором этапе проводится расчет относительных коэффициентов поверхностного натяжения, удельного электрического сопротивления, плотности раствора и интегрального показателя разупрочняющего действия раствора на буримую горную породу.

$$K_1 = \frac{\sigma_{н.н.}^6}{\sigma_{н.н.}^p}; K_2 = \frac{R_6}{R_p}; \rho_0 = \frac{\rho_6}{\rho_p} \quad (2)$$

где $\sigma_{н.н.}^6$, $\sigma_{н.н.}^p$ – поверхностное натяжение воды и исследуемого раствора на поверхности образца; R_6 , R_p – удельное электрическое сопротивление воды и исследуемого раствора; ρ_6 , ρ_p – плотность воды и исследуемого раствора.

Тогда интегральный показатель свойств раствора (K_p) можно выразить:

$$K_p = \frac{K_1 + K_2}{2\rho_0} \quad (3)$$

Анализ уравнений (2) и (3) показывает, что с уменьшением поверхностного натяжения раствора $\sigma_{н.н.}^p$ по отношению к

поверхностному натяжению воды $\sigma_{н.н.}^6$, значение K_p увеличивается. То же самое можно сказать и об удельном электрическом сопротивлении. Снижение плотности раствора ρ_p так же приводит к росту интегрального показателя свойств раствора K_p .

Третий этап связан с определением основных физико-механических свойств горной породы:

- временного сопротивления (предела прочности);
- динамической прочности;
- микротвердости.

Эти показатели можно объединить через некий удельный критерий прочности (σ_{np}):

$$\sigma_{np} = f(\sigma_n, F_\partial, P_{m6}) \quad (4)$$

где σ_n - предел прочности породы; F_∂ - динамическая прочность породы; P_{m6} - микротвердость породы.

На четвертом этапе проводится расчет среднего удельного критерия прочности породы на основе расчетов относительного временного сопротивления, динамической прочности и микротвердости породы.

$$\Delta\sigma_n = \frac{\sigma_n^p}{\sigma_n^6} \quad \Delta F_\partial = \frac{F_\partial^p}{F_\partial^6} \quad \Delta P_{m6} = \frac{P_{m6}^p}{P_{m6}^6} \quad (5)$$

где σ_n^p , σ_n^6 - временное сопротивление образца породы в воде и в среде исследуемого раствора; F_∂^p , F_∂^6 - динамическая прочность образца породы в воде и среде исследуемого раствора; P_{m6}^p , P_{m6}^6 - микротвердость образца породы в воде и среде исследуемого раствора.

Тогда средний удельный критерий прочности породы (K_n) можно представить в виде:

$$K_n = \frac{\Delta\sigma_n + \Delta F_\partial + \Delta P_{m6}}{3} \quad (6)$$

Из уравнений (5) и (6) следует, что чем больше снижаются прочностные показатели породы в среде раствора (σ_n^p , F_∂^p , P_{m6}^p), тем интенсивнее уменьшается удельный критерий прочности породы K_n .

На последнем этапе проводится расчет коэффициента эффективности разрушения породы.

Очевидно, что чем больше значение K_p и меньше K_n , тем эффективнее разрушение.

Для формализации полученных результатов расчетов по уравнениям (3) и (5) введем понятие коэффициента эффективности разрушения ($K_{э.р.}$), которое связывает физические свойства раствора через параметр K_p с физико-механическими характеристиками породы K_n :

$$K_{э.р.} = \frac{K_p}{K_n} \quad (7)$$

Экспериментальные и расчетные данные, полученные по разработанной методике, позволили оценить эффективность водных растворов ПАВ на каждом из этапов и сделать выбор конкретного вида.

Результаты I этапа представлены на рисунке 4 и в таблице 1, а этапа II в таблице 2.

На рисунках 5 и 6 представлены зависимости временного сопротивления и динамической прочности образца горной породы от вида ПАВ. Данные об изменении микротвердости представлены на рисунке 7.

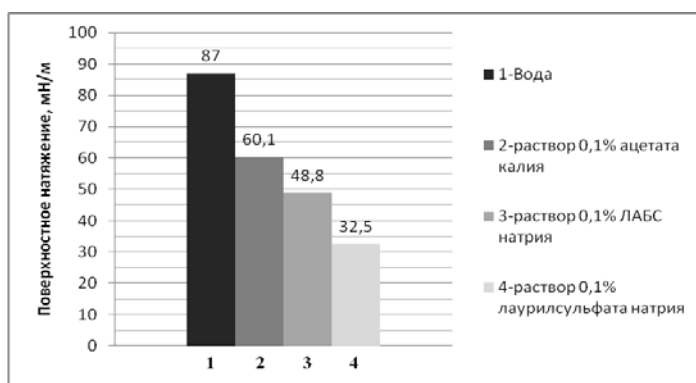


Рисунок 4 - Значение поверхностного натяжения на границе «раствор-образец» для водных растворов анионоактивных ПАВ

Таблица 1 - Показатели удельного электрического сопротивления растворов

Вода (водопроводная)	0,1% раствор ацетата калия	0,1% раствор лаурилсульфата натрия	0,1% раствор ЛАБС натрия
107,1	35,3	61,7	80,6

Таблица 2 - Результаты расчета интегрального показателя свойств раствора

	Вода	0,1% раствор ацетата калия	0,1% раствор лаурилсульфата натрия	0,1% раствор ЛАБС натрия
K_1	1	1,45	2,68	1,78
K_2	1	3,04	1,73	1,33
ρ_0	1	1	1	1
K_p	1	2,245	2,205	1,56

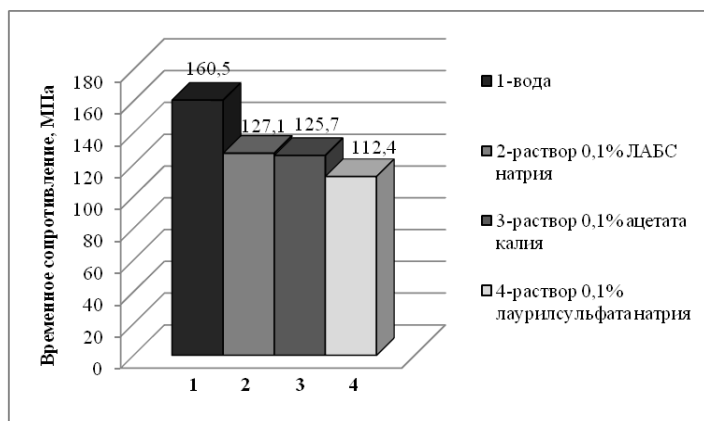


Рисунок 5 - Зависимость временного сопротивления горной породы от вида ПАВ

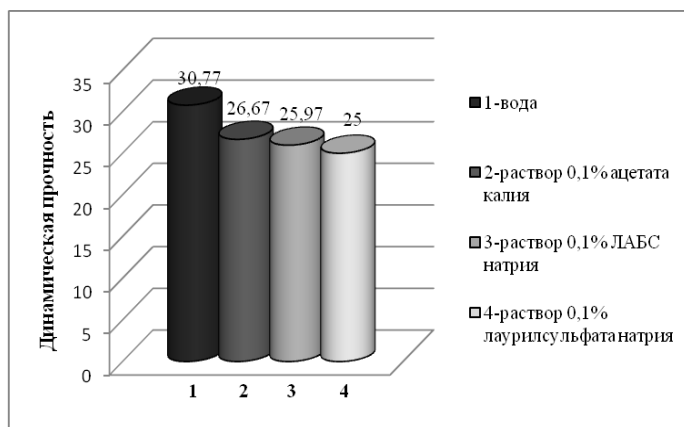


Рисунок 6 - Зависимость динамической прочности породы от вида ПАВ

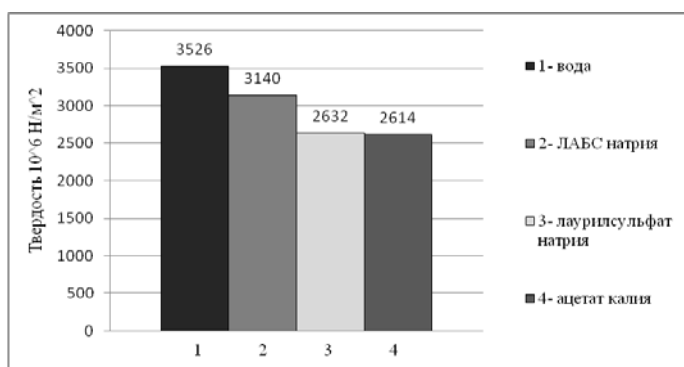


Рисунок 7 - Гистограмма изменения твердости образца породы в среде водных растворов аниоактивных ПАВ

Результаты расчетов по этапу III представлены в таблице 3.

Результаты расчета коэффициента эффективности разрушения (этап IV) приведен в таблице 4.

Полученные данные свидетельствуют о том, что исследуемые аниоактивные ПАВ имеют высокий коэффициент эффективности разрушения горной породы, из них наилучшие показатели имеет 0,1% водный раствор лаурилсульфата натрия.

Таблица 3 - Результаты расчета среднего удельного критерия прочности

	Вода	0,1% раствор ацетата калия	0,1% раствор лаурилсульфата натрия	0,1% раствор ЛАБС натрия
Относительный предел прочности, $\Delta\sigma_n$	1	0,782	0,700	0,792
Относительная динамическая прочность, ΔF_{∂}	1	0,867	0,812	0,844
Относительная микротвердость, $\Delta P_{тв}$	1	0,741	0,746	0,891
Средний удельный критерий прочности, K_n	1	0,797	0,753	0,859

Таблица 4 - Расчет коэффициента эффективности разрушения

	Вода	0,1% раствор ацетата калия	0,1% раствор лаурилсульфата натрия	0,1% раствор ЛАБС натрия
Интегральный показатель свойств раствора K_p	1	2,245	2,205	1,56
Средний удельный критерий прочности, K_n	1	0,797	0,753	0,859
Коэффициент эффективности разрушения, $K_{э.р.}$	1	2,82	2,93	1,82

В четвертой главе представлены результаты исследований по разработке композиций безглинистых буровых растворов.

На рисунках 8 и 9 представлены результаты исследований влияния биополимера «КК-Робус» на основные структурно-реологические показатели растворов.

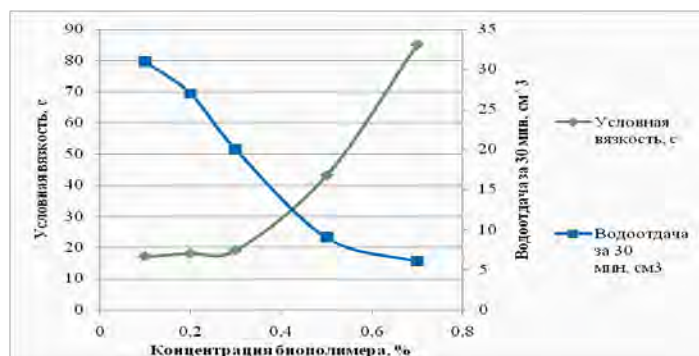


Рисунок 8 - Зависимость условной вязкости и водоотдачи от концентрации биополимера «КК-Робус»

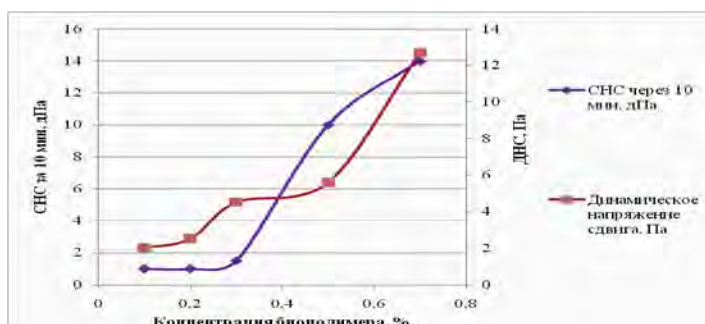


Рисунок 9 - Зависимость СНС и ДНС от концентрации биополимера «КК-Робус»

Из рисунков 8 и 9 следует, что для дальнейших исследований концентрация ксантанового биополимера «КК-Робус» должна быть не менее 0,3% и не превышать 0,6%.

Для очистки ствола скважины и снижения потерь давления лучше всего подходит буровой раствор с преимущественно структурной вязкостью, т.е. с высоким отношением предельного динамического напряжения сдвига к пластической вязкости или с низким показателем нелинейности. В связи с этим были проведены исследования по замеру показателя нелинейности из которых

следует, что оптимальная концентрация «К-М – 017», при концентрации «КК-Робус» 0,4%, составляет 5%.

Таким образом, разработанный биополимерный буровой раствор имеет следующий состав:

- 0,4 % биополимера «КК-Робус»;
- 5 % акрилового полимера «К – М 017»;
- 0,1 % анионактивного ПАВ (0,05% лаурилсульфата натрия и 0,05% ацетата калия);
- 0,1 % гидроксида натрия;

Разработанный безглинистый биополимерный раствор исследовался по методике количественной оценки разупрочняющего действия промывочной жидкости, представленной ранее. Полученные результаты сведены в таблицу 5.

Таблица 5 - Результаты исследования биополимерного бурового раствора по разработанной методике

№ этапа	Исследуемый параметр	Значение
1	Плотность раствора, г/см ³	1,015
	Поверхностное натяжение раствора, мН/м	33,7
	Удельное электрическое сопротивление раствора, Ом·м	63
2	Относительная плотность раствора	0,985
	Относительное поверхностное натяжение раствора	2,58
	Относительное удельное сопротивление раствора	1,7
	Интегральный показатель свойств раствора	2,173
3	Предел прочности (временное сопротивление) образца породы, МПа	130,8
	Динамическая прочность образца породы	23,5
	Микротвердость образца породы, 10 ⁶ Н/м ²	3368
4	Относительный предел прочности	0,815
	Относительная динамическая прочность	0,764
	Относительная микротвердость	0,837
	Средний удельный критерий прочности	0,805
5	Коэффициент эффективности разрушения	2,70

Полученные результаты свидетельствуют, что разработанный состав биополимерного раствора увеличивает эффективность разрушения горной породы на забое скважины в 2,7 раза по сравнению с водой.

Для сравнения, в таблице 6 представлены помимо воды и биополимерного раствора коэффициенты эффективности разрушения 0,1% водных растворов ацетата калия и лаурилсульфата натрия, полученные по той же методике.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что исследуемые водные растворы анионактивных ПАВ и разработанный состав биополимерного раствора имеют высокий коэффициент эффективности разрушения горной породы.

Таблица 6 - Сводная таблица коэффициентов эффективности разрушения исследуемых растворов

	Вода	0,1% раствор ацетата калия	0,1% раствор лаурилсульфата натрия	Биополимерный буровой раствор
Коэффициент эффективности разрушения $K_{э.р.}$	1	2,82	2,93	2,70

Также в четвертой главе проводились экспериментальные исследования структурно-реологических показателей разработанного безглинистого бурового раствора. Пластическая вязкость и динамическое напряжение сдвига определялись при температуре от 30 до 120° С.

Результаты исследования показывают, что при повышенной температуре окружающей среды структурно – реологические показатели разработанного безглинистого биополимерного бурового раствора остаются в пределах допустимых значений.

В пятой главе представлены результаты стендовых и опытно-производственных исследований эффективности предложенных разработок, а также их эколого-экономическая и опытно-производственная оценка.

Эффективность разрушения образцов горной породы (диабаз) при ударно-вращательном воздействии породоразрушающего инструмента исследовались на специальном стенде, а ударным действием единичного индентора (бойка) - на стеклянном образце. Принципиальная схема экспериментального стенда представлена на рисунке 10.

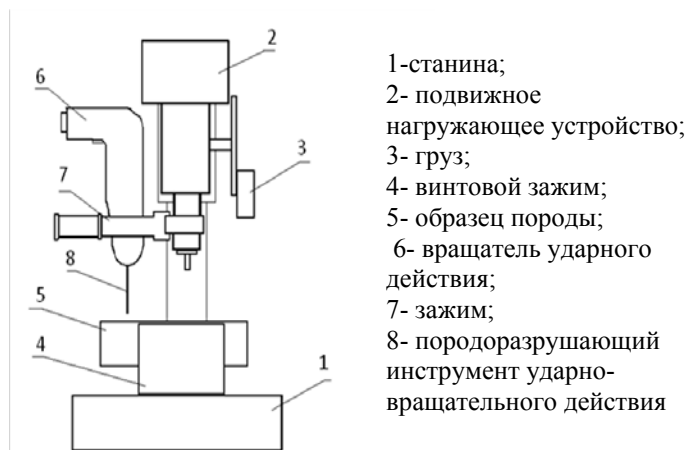


Рисунок 10 - Принципиальная схема стенда

На разработанном стенде были проведены эксперименты с использованием следующих растворов:

- 0,1% водный раствор ЛАБС натрия;
- 0,1% водный раствор лаурилсульфата натрия;
- разработанный биополимерный буровой раствор.

Полученные результаты представлены на рисунке 11.

Результаты экспериментальных исследований показывают, что в сравнении с водой применение ЛАБС натрия увеличивает механическую скорость разрушения образца породы на 7%, а лаурилсульфат натрия на 23%. Биополимерный раствор, содержащий композицию ПАВ, увеличивает исследуемый параметр на 18%. Полученные результаты с достаточной долей достоверности

указывают на эффективность их количественной оценки по разработанной методике (см. таблицу 6).

На рисунке 12 представлены результаты хрупкой деформации поверхности стеклянного образца в воде и в среде водного раствора анионактивного ПАВ (лаурилсульфата натрия).

При единичном ударе увеличение зоны разрушения в среде водного раствора анионактивного ПАВ достигает 50%, в сравнении с водой. При большем количестве ударов (3, 6, 8), то эта разница находится в пределах 25-35%.

Оценка экологической безопасности разработанных составов растворов показывает, что они относятся к классу малоопасных веществ.

В результате проведения опытно-производственных работ было установлено, что применение рекомендованного состава бурового раствора позволило повысить механическую скорость бурения на 18-27%, увеличение проходки на долото составляет порядка 15-20%.

Основные выводы и рекомендации:

1. Анализ материалов показал, бурение твердых пород с применением буровых растворов содержащими реагенты – понизители твердости (детергенты) является более эффективным, также необходимо стремиться к понижению плотности буровых растворов для снижения угнетающего давления на забой.

2. Разработанная методика количественной оценки разупрочняющего действия промывочной жидкости на буримые горные породы, включающая определение поверхностного натяжения и удельного электрического сопротивления жидкости, микротвердости, динамической прочности и предела прочности при одноосном сжатии, позволяет дать количественную оценку эффективности реагентов – понизителей твердости в составе буровых растворов различной плотности.

3. Буровые растворы на основе биополимера «КК Робус» (0,3 – 0,5%), высокомолекулярного акрилового полимера «К-М17» (3 – 5%), композиции анионактивных ПАВ (0,05 – 0,1%), обеспечивают получение стабильных промывочных жидкостей плотностью 1,02 – 1,04 г/см³, с нормативными технологическими показателями.

4. Водные растворы анионоактивных ПАВ при концентрациях 0,05 – 0,1% уменьшают удельную работу разрушения твердых горных пород от 40% до 60%, что приводит к снижению их твердости от 25% до 40% соответственно, также введение 0,1% анионоактивных ПАВ повышает эффективность разрушения твердых горных пород на 15-25%.

5. Опытнo – производственная оценка при бурении скважин в твердых горных породах на Гиммельфарбском месторождении (Казахстан) и объекте Таловейс (республика Карелия) свидетельствует об эффективности предложенного состава бурового раствора для бурения твердых пород, а именно, повышается механическая скорость бурения на 18-27% и увеличивается проходка на долото 15-20%.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Николаев, Н.И. Результаты экспериментальных исследований эффективности реагентов-понижителей твердости пород в составе буровых растворов / Н.И. Николаев, Е.Л. Леушева // Инженер-нефтяник. Научно-технический журнал М.: «Ай Ди Эс Дриллинг» 2011, № 3, с. 32-35
2. Леушева, Е.Л. Разработка и методика оценки влияния поверхностно-активных веществ в составе буровых растворов на разрушение горных пород/ Е.Л. Леушева, Н.И. Николаев // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. - №3, с.16-21
3. Закиров, А.Я. Использование промышленных технологических отходов в буровых растворах / А.Я. Закиров, Р.М. Вафин, Е.Л. Леушева // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2011. – №8, с. 34-36.
4. Леушева, Е.Л. Методика оценки влияния поверхностно-активных веществ на эффективность разрушения горных пород при бурении скважин / Е.Л. Леушева, М.В. Турицына // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. - №1, с. 237-239.

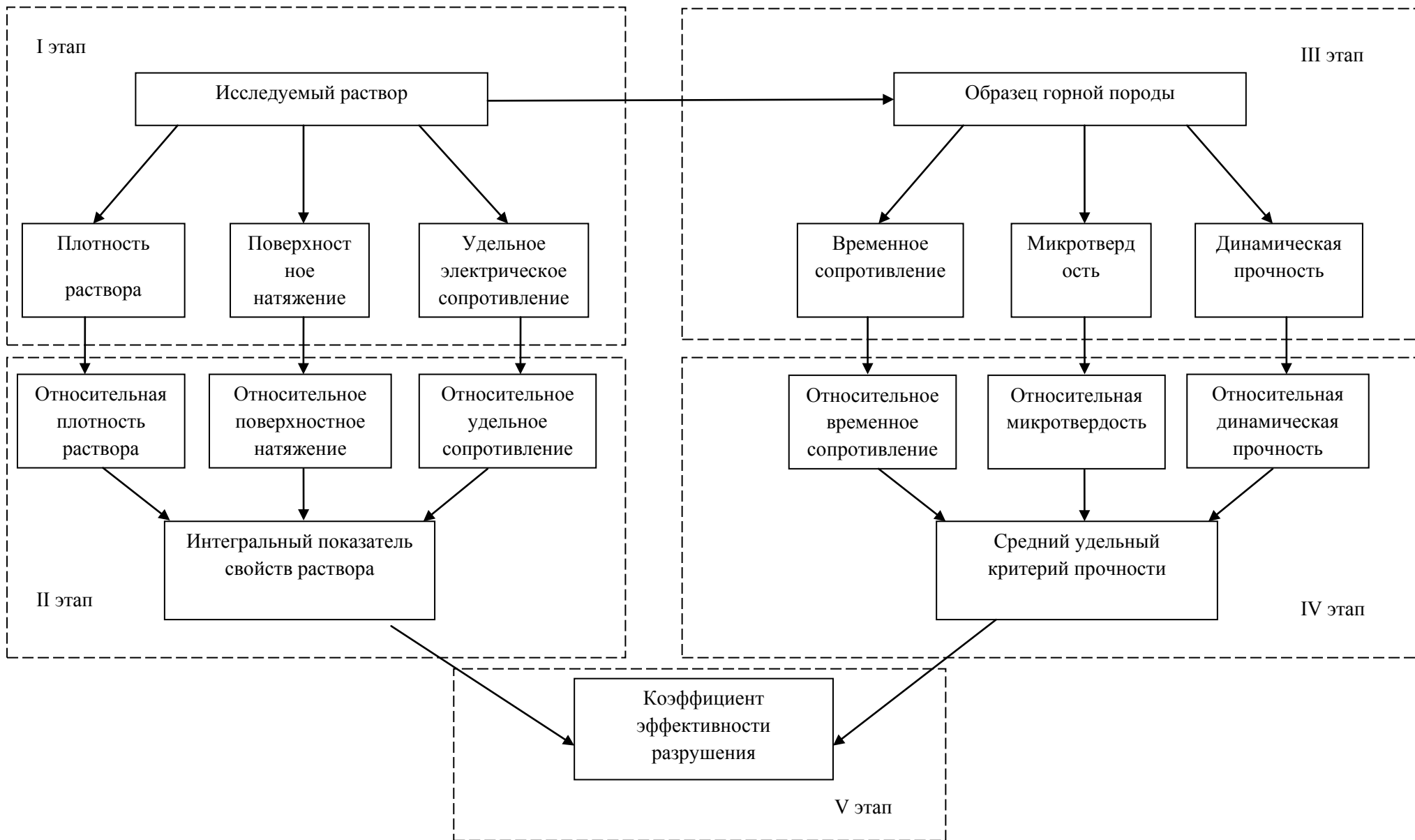


Рисунок 3 - Схема методики количественной оценки разупрочняющего действия промывочной жидкости на буримые горные породы



Рисунок 11 - Результаты разрушения образца диабаз в среде различных растворов

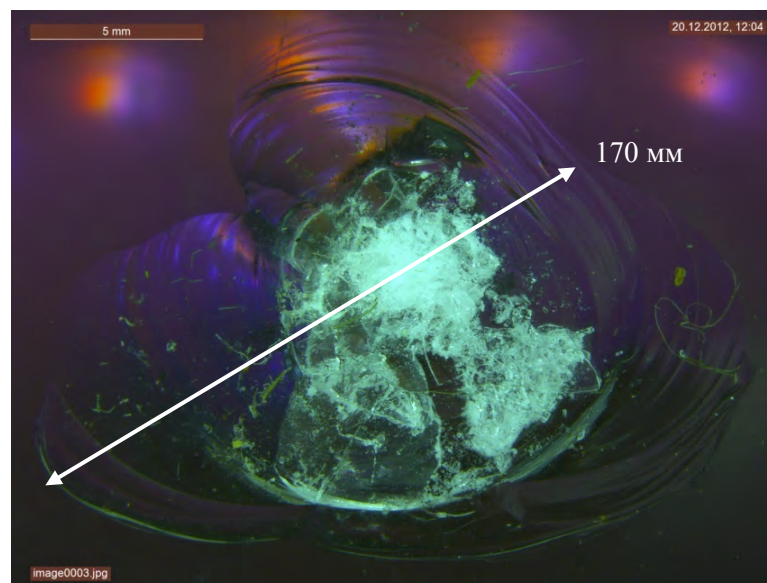
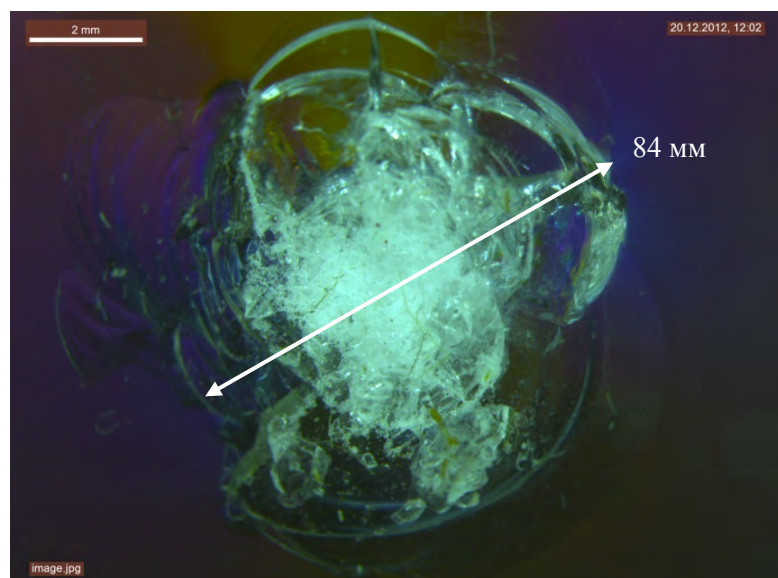


Рисунок - 12 Фотографии поверхности стеклянного образца после внедрения штампа
(слева – в воде;
справа – в водном растворе анионактивного ПАВ)