

На правах рукописи

УДК 622 24



Шарафутдинова Рената Зарифовна

**ВЫБОР БУРОВОГО РАСТВОРА ДЛЯ ПРОВОДКИ СКВАЖИН В
ГЛИНИСТЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ**

Специальность 25.00.15 – Технология бурения и освоения скважин

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Ухта - 2012

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина»

Научный руководитель- доктор технических наук, профессор **Крылов Виктор Иванович**

Официальные оппоненты:

Крысин Николай Иванович- доктор технических наук, филиал ООО «ЛУКОЙЛ- Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в городе Перми, отдел строительства и реконструкции скважин, ведущий научный сотрудник

Живаева Вера Викторовна- кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО "СамГТУ", заведующий кафедры бурения нефтяных и газовых скважин

Ведущая организация: ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

Защита состоится «14» декабря 2012 года в 13-00 на заседании диссертационного совета Д 212.291.01 при ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» по адресу: 169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет».

Автореферат разослан 5 октября 2012 года.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат технических наук,
профессор



Н.М. Уляшева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы.

Обеспечение устойчивости глинистых горных пород в процессе бурения является одной из основных проблем при проводке скважин. Это обусловлено тем, что геологический разрез нефтяных и газовых месторождений примерно на 75% представлен глинистыми отложениями, а около 70% технологических осложнений при строительстве скважин связано с их неустойчивым состоянием в процессе бурения. Практический опыт проводки скважин показывает, что существующие недостатки в методах оценки состояния и состава глинистых горных пород не позволяют эффективно управлять свойствами буровых растворов при строительстве скважин, что в итоге приводит к снижению технико-экономических показателей бурения и качества строительства скважин. Поэтому разработка рационального метода выбора бурового раствора при проводке скважин в глинистых отложениях и использования инженерно-геологических параметров для описания глинистых горных пород, является актуальной научно-технической задачей, требующей своего решения.

Цель диссертационной работы.

Повышение качества строительства нефтяных и газовых скважин в высокоглинистых разрезах путем обоснования методов управления составом и свойствами буровых растворов

Объект исследования – буровые растворы, используемые для стабилизации состояния глинистых горных пород при строительстве скважин.

Предмет исследования – методы выбора состава и свойств буровых растворов для бурения в высокоглинистых разрезах глубоких скважин.

Основные задачи

1. Исследование и анализ теоретических представлений, экспериментальных результатов по изучению процессов гидратации глины, а так-

же классификаций глинистых горных пород и мероприятий по управлению их устойчивостью.

2. Определить, основываясь на представлении о глине как соединении включения, факторы определяющие устойчивость стенок скважины и их взаимосвязь с составом и свойствами глинистых горных пород.

3. Исследовать процессы разрушения глинистых горных пород при контакте с буровым раствором в зависимости от их состава и свойств.

4. Исследовать влияние процессов формирования гидратных соединений включения на основе компонентов бурового раствора на устойчивость глинистых отложений, различающихся по критериям пластичности и текучести.

5. Исходя из состава и свойств глинистых отложений разработать их классификацию для выбора эффективных составов и свойств буровых растворов.

Методы решения поставленных задач

1. Теоретические исследования и обобщение представлений о структуре глины, процессах ее гидратации и факторах, определяющих ее состояние и разрушение в скважинных условиях.

2. Использование положений супрамолекулярной химии для описания структуры глины, ее гидратации, процессов образования гидратных соединений включения в глинистых горных породах.

3. Экспериментальные исследования влияния процессов формирования гидратных соединений включения при использовании реагентов, различающихся по составу, молекулярной массе и строению на устойчивость глинистых пород, отличающихся по числу пластичности и показателю текучести.

4. Обобщение итогов экспериментальных исследований и промысловых результатов по применению буровых растворов в глинистых отложениях, различающихся по составу и свойствам.

Достоверность научных положений и выводов, технических решений и рекомендаций базируются на достаточном объеме теоретических и экспериментальных исследований с применением современных методов исследований, а также результатов практического применения буровых растворов.

Научная новизна

1. Научно обосновано и экспериментально подтверждено применение в качестве критериев выбора состава бурового раствора число пластичности и показатель текучести по ГОСТ 25100-95, оценивающих исходное состояние, состав и свойства глинистых горных пород.

2. Определены отличия в механизме гидратационного разрушения глинистых горных пород, отличающихся по показателям пластичности и текучести. Установлено, что отрицательные значения показателя текучести и увеличение числа пластичности глины приводят к объемному разрушению глинистых горных пород в процессе их гидратации на стадии набухания.

3. Установлены закономерности формирования гидратных соединений включения при гидратации глины в буровом растворе в зависимости от показателей её текучести и пластичности, что позволяет выбирать состав бурового раствора применительно к свойствам глинистых горных пород.

Защищаемые положения

1. Параметры инженерной геологии, такие как число пластичности и показатель текучести характеризуют состав и состояние глинистых пород в пластовых условиях, определяют их гидратационную активность и устойчивость стенок скважины в процессе бурения.

2. Уменьшение величины текучести глины до значений менее нуля при увеличении числа её пластичности приводит к ее объемному разрушению в процессе контакта с буровым раствором на водной основе.

3. Критерии выбора состава бурового раствора для обеспечения устойчивости глинистых отложений определяется показателями пластичности и текучести глины, а также молекулярной массой и размерами гидратообразователей из состава бурового раствора.

Практическая значимость и реализация результатов работы

1. Разработана инженерно-геологическая классификация глинистых горных пород, основанная на критериях пластичности и текучести для выбора систем буровых растворов при проводке скважин.

2. Разработана методика выбора бурового раствора для бурения в глинистых горных породах, основанная на использовании критериев пластичности и текучести глин и включающая в себя применение гидратообразующих соединений в составе бурового раствора.

3. Разработанные рекомендации диссертационной работы апробировались при сервисном обслуживании строительства скважин ООО «НПП «Буринтех» на месторождениях Западной Сибири (Рогожниковское, Тагринское, Еты-Пуровское, Фестивальное, Комсомольское), а также могут быть использованы при строительстве скважин в других нефтегазоносных регионах страны.

Апробация работы

- XX Межотраслевая научно-практическая конференция «Современная техника и технология заканчивания скважин» (г. Анапа-2006),
- II Межрегиональная конференция молодых специалистов ОАО «НК «Роснефть» (г. Москва-2007),
- XXIII Межотраслевая научно-практическая конференция «Инновационные направления в области техники и технологии бурения и ремонта нефтегазовых скважин» (г. Анапа-2008),
- XIV Международная практическая конференция «Эфиры целлюлозы и крахмала, другие химические реагенты и материалы в эффективных техно-

логических жидкостях для строительства, эксплуатации и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин» (г. Суздаль-2010),

- XV Международная научно-практическая конференция «Эфиры целлюлозы и крахмала, другие новые химические реагенты и композиционные материалы как основа успешного сервиса и высокого качества технологических жидкостей для строительства и капитального ремонта нефтяных и газовых скважин» (г. Суздаль -2011).

Публикации

Автором опубликовано 10 печатных работ, в т.ч. 9 изданиях, рекомендуемых ВАК Минобразования и науки РФ.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, основных выводов и рекомендаций, списка использованных источников, включающего 164 наименования. Работа представлена на 158 страницах машинописного текста, содержит 69 рисунков и 11 таблиц.

Автор считает своим долгом выразить особую признательность и искреннюю благодарность руководителю доктору технических наук, профессору Крылову В.И., доктору технических наук Близнюкову В.Ю., доктору технических наук Ишбаеву Г.Г. за помощь, оказанную при выполнении работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований, основные защищаемые положения, научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе рассмотрено современное состояние промышленных, экспериментальных и теоретических исследований в области обеспечения устойчивости скважин при бурении в глинистых горных породах. Рассмотрены классификации глин, принятые для целей бурения в России и за рубежом, существующие представления о структуре глины и ее гидратации, подходы, применяемые для описания процессов разрушения глинистых

горных пород при бурении, методы оценки неустойчивости глинистых горных пород при проводке скважин и применяемые буровые растворы.

Значительный вклад в разработку мероприятий по борьбе с неустойчивостью глинистых горных пород, вскрываемых в процессе бурения, внесли Аветисов А.Г., Аветисян Н.Г., Ананьев А.Н., Ангелопуло О.К., Андресон Б.А., Байдюк Б.В., Балаба В.И., Баранов В.С., Букс В.П., Вадецкий Ю.В., Войтенко В.С., Гноевых А.Н., Городнов В.Д., Дедусенко Г.Я., Жигач К.Ф., Кистер Э.Г., Кошелев А.Т., Кошелев В.Н., Крысин Н.И., Крылов В.И., Кудряшов Б.Б., Леонов Е.Г. Липкес М.И., Мавлютов М.Р., А.Х. Мирзаджанзаде, Мухин Л.К., Новиков В.С., Уляшова Н.М., Пеньков А.И, Попов А.Н., Потапов А. Г., Проселков Ю.М., Ребиндер П.А., Рябоконт С.А., Рябченко В.И., Сеид-Рза М.К., Шаров В.С., Шарафутдинов З.З., Шерстнев Н.М., Шиц Л.А., Юсупов И.Г., Яковлев А.М. Дж. Р. Грей, Г.С. Г. Дарли, Martin E. Chenevert, Mukul Mani Sharma , С.Р. Tan, О' Brien D.E., Kenney Т.С., Uday A. Tare, Talal M Al-Bazali, Mody F.K., Machado J.C.V, Eric Van Oort, Fam M.A., Santareli F.J., Santos H., Wilcox R.D и др.

Анализ известных результатов строительства скважин в различных нефтедобывающих регионах РФ показывает, что существующие методы оценки состояния, состава и свойств глинистых горных пород не позволяют обеспечить качественное строительство скважин. К причинам недостаточной эффективности применяемых технологий можно отнести отсутствие простых и удобных методов оценки состояния глинистых горных пород и их свойств, отсутствие регламентирования состава и свойств буровых растворов применительно к инженерно-геологическим свойствам глинистых отложений, недостаточная информативность критериев, определяющих процесс разрушения глинистых горных пород при взаимодействии с буровым раствором.

Вследствие этих причин возникают ошибки в выборе бурового раствора и оценки его ингибирующей способности, что приводит к использо-

ванию не оптимальных методов управления его свойствами в процессе прохождения глинистых отложений.

Другой частью существующих научно-технических проблем является проблема описания состава и состояния глины в пластовых условиях, процессов ее гидратации и разрушения. Как правило, используют теоретические положения, рассматривающие поведение ионно-молекулярных веществ или явления, отражающие вторичные процессы в дисперсных системах. Это не соответствует известным экспериментальным результатам исследований. В результате, при описании процессов разрушения глинистых горных пород преувеличивается роль одних факторов и уменьшается значение других. Противоречия снимаются, если использовать положения супрамолекулярной химии для описания глины. Структура глины, будет представлять собой переплетение двух независимых объёмных сеток, состоящих из полимеризованных гидратов глинозема (магния, железа, кальция) и кремнезема, которые заполняют структурные пустоты сеток друг у друга. А свойства глины определяются состоянием гидросиликатной оболочки ее частиц, которая, в свою очередь, зависит от степени ее гидратации, вида заполнителя, термодинамических условий ее существования.

Представления о гидратации глины предлагается рассматривать, как последовательный процесс, включающий в себя заполнение молекулами воды гидросиликатной оболочки глины с образованием прочносвязанной и рыхлосвязанной воды, а их содержание в составе глины характеризует ее физико-механические свойства. Количество прочносвязанной и рыхлосвязанной воды определяется содержанием и степенью гидратации гидросиликатной оболочки частиц глины, а также составом, возрастом и термодинамическими условиями ее существования.

Представления о структуре глины, состоянии ее гидросиликатной сетки, описываемые с позиций супрамолекулярной химии, хорошо применимы к параметрам инженерной геологии, используемым для классифика-

ции глинистых грунтов (ГОСТ 25100-95) – это число пластичности, показатель текучести и набухания. Данные параметры характеризуют гидратационную активность и исходное состояние глины, разделение по этим показателям приведено в табл. 1.

Таблица 1 Классификация глинистых грунтов

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности I_p, %
Супесь	1-7
Суглинок	7-17
Глина	>17
Разновидность глинистых грунтов	Показатель текучести I_l
<i>Непластичные глины</i>	
- твердые	< 0
<i>Пластичные глины</i>	
- полутвердые	0 - 0,25
- тугопластичные	0,25 - 0,50
- мягкопластичные	0,50 - 0,75
- текучепластичные	0,75 - 1,00
- текучие	> 1,00

Число пластичности I_p , % представляет собой разность между значениями влажности, отвечающими верхнему и нижнему пределам пластичности. Данный показатель характеризует водопоглощающую способность глины.

$$I_p = W_l - W_p, \% \quad (1),$$

где W_l - влажность грунта на границе текучести, %; W_p -влажность грунта на границе раскатывания, %.

Показатель текучести глины характеризует ее текучее состояние. Показатель текучести I_l , д.е. – отношение разности влажностей, соответствующих двум состояниям грунта, естественному W и на границе раскатывания W_p , к числу пластичности I_p .

$$= \frac{W - W_p}{W_l - W_p}$$

$$I_l = \frac{W - W_p}{I_p}$$

, д.е.

(2)

где W -естественная влажность грунта %; W_p - влажность грунта на границе раскатывания, %; I_p -число пластичности, %.

Во второй главе разработана методика проведения исследований по оценке стабилизации состояния глины, экспериментальным и расчетным путем изучена устойчивость глины, различающейся по составу и свойствам (показателям текучести и пластичности), исследованы факторы, определяющие разрушение глины.

Определено граничное значение показателя текучести глинистых отложений, необходимого для сохранения устойчивого состояния стенок скважины с использованием известных данных физико-механических свойств глинистых грунтов. Расчеты осуществлены по методу предложенным А.Н. Поповым.

Расчет напряженного состояния стенок скважины для глинистых горных пород показал, что их устойчивость при $I_p > 7$ % (глины, суглинки), определяется показателем $I_l < 0,25$ для глин и $I_l < 0,5$ для суглинков (рис. 1). При меньших величинах I_l обеспечивается устойчивое состояние стенок скважины. Это говорит о том, что при нахождении глинистых горных пород в твердом состоянии их разрушение при контакте с буровым раствором определяется физико-химическим взаимодействием бурового раствора с глинистыми горными породами.

Для исследования устойчивости глинистых горных пород использовались модельные образцы бентонита (Греция) и Серпуховского глинопошка, модифицированные путем разбавления их состава кварцевым песком. На основе данных смесей формировались образцы глинистых пород, различающихся по пределу пластичности, а путем добавления воды менял-

ся их показатель текучести. Образцы глины формовались при давлении 1-3 МПа и выдерживались в эксикаторе для выравнивания влажности по объему образцов. При погружении их в водные среды реагентов, используемых в составе буровых растворов, определялось время их устойчивого состояния без распада на отдельные блоки или диспергирование.

Влияние текучести глинистых отложений на устойчивость стенок скважины на глубине 1000м

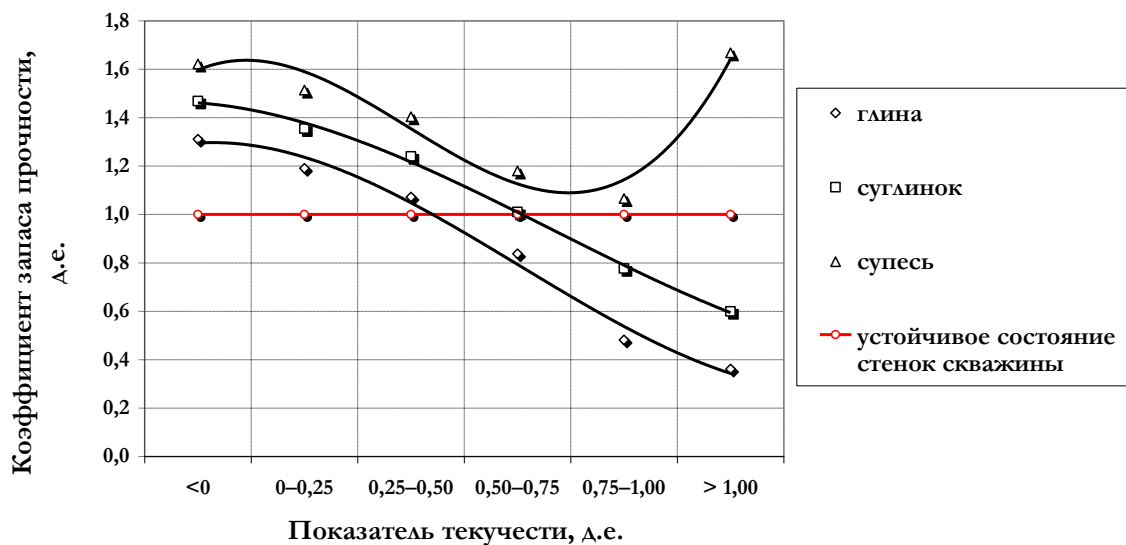


Рисунок 1. Устойчивость стенок скважины в зависимости от состава и свойств глинистой породы

Эксперименты показали, что механизм разрушения глинистой горной породы меняется в зависимости от величин показателей пластичности и текучести. Снижение величины текучести глинистых отложений до твердого состояния ($I_f < 0$) при увеличении числа пластичности способствует разрушению по объемному механизму, т.е. изменению объема с разрушением глины на отдельные блоки (рис. 2).



А – 1 мин



Б – 10 мин

Рисунок 2. Изменение состояния образца непластичной глины (показатель текучести $I_f = -0,3$) при его выдержке в буровом растворе

Данные закономерности проявились при выдержке в различных по составу и свойствам образцов глины, в водных средах соединений используемых в составе буровых растворов, а также в самих буровых растворах.

Нами сравнивались два типа буровых растворов, используемых при бурении в пластичных глинах: буровой раствор с использованием гидролизованного полиакриламида (ПБР ООО «ИКФ») и Полимерногликолевый раствор (GLYCOL-POLYPAC)- применявшийся специалистами УГНТУ при строительстве скважин в Обской губе.

Результаты испытаний приведены на рис. 3. Сравнительный анализ показал, что оба раствора способны удерживать в стабильном состоянии пластичные глины. Несмотря на более высокую стабилизирующую способность полимергликолевого БР по сравнению с ПБР в твердых глинах, их эффективность низка.

Из данных, приведенных на рис. 3 видно, что в всех водных средах, максимальная устойчивость образцов глины обеспечивается при показателе текучести $I_f = 0,2$. Из этого следует, что при такой влажности соблюдается оптимальное сочетание скорости впитывания воды глиной и построение кластеров на основе молекул воды и растворенных реагентов в глине.

Поэтому применительно к бурению скважин, глинистые горные породы можно разделить между собой на 2 класса, различающихся по механизму гидратационного разрушения: при показателе пластичности $I_f > 0$ –

глинистые горные породы относятся к пластичным, а при показателе пластичности $I_l < 0$ – глинистые горные породы относятся к непластичным.

Данные положения точно описываются с помощью представлений о глине как об супрамолекулярном соединении, поверхность которого представлена гидросиликатной пространственной сеткой. Состояние гидросиликатной оболочки частиц глины и степень ее гидратации определяют возможность ее деформации в процессе гидратации и последующего процесса разрушения стенок скважины, а также скорости данного процесса.

В результате сопоставления известных теорий и результатов экспериментальных работ показано, что представления о глине как о соединении включения позволяет увязать между собой состав и свойства частиц глины с числом пластичности и показателем текучести глинистой горной породы, физико-механическими свойствами глинистой горной породы, влиянием термодинамических условий существования на свойства, проявляемых глинистыми горными породами, а также механизмом разрушения глинистой горной породы при ее контакте с буровым раствором.

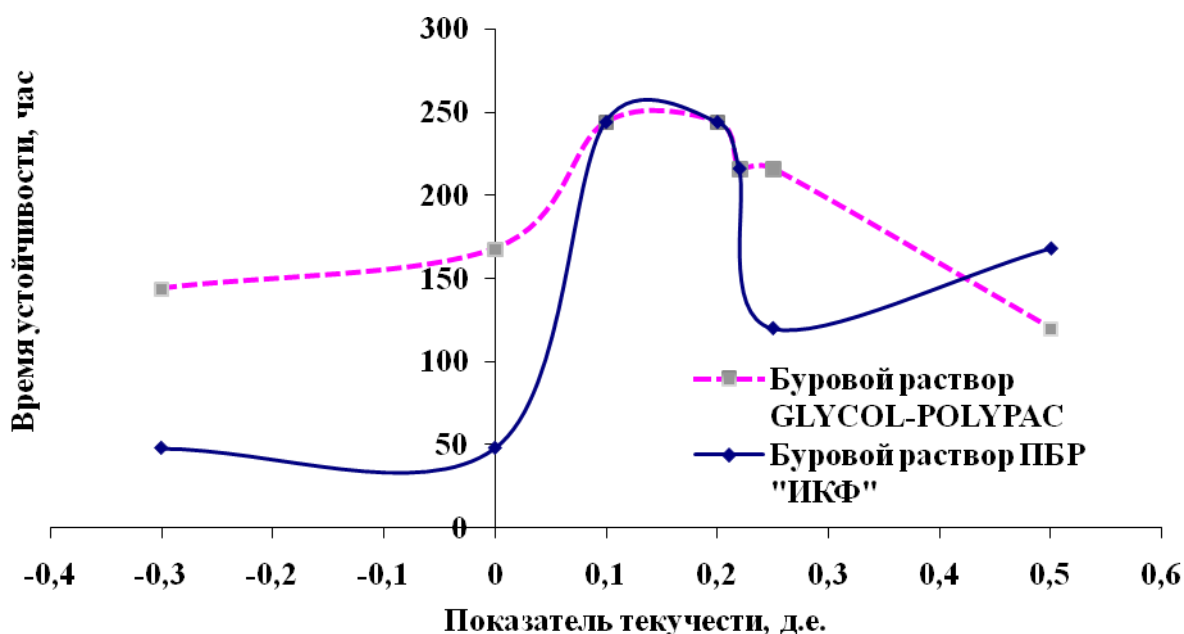


Рисунок 3. Устойчивость глины в объеме раствора ПБР и GLYCOL-POLYPAC

Проведенные экспериментальные и теоретические исследования позволили определить основные физико-химические факторы, определяющие процесс разрушения стенок скважины, сложенных глинистыми горными породами (рис. 4).

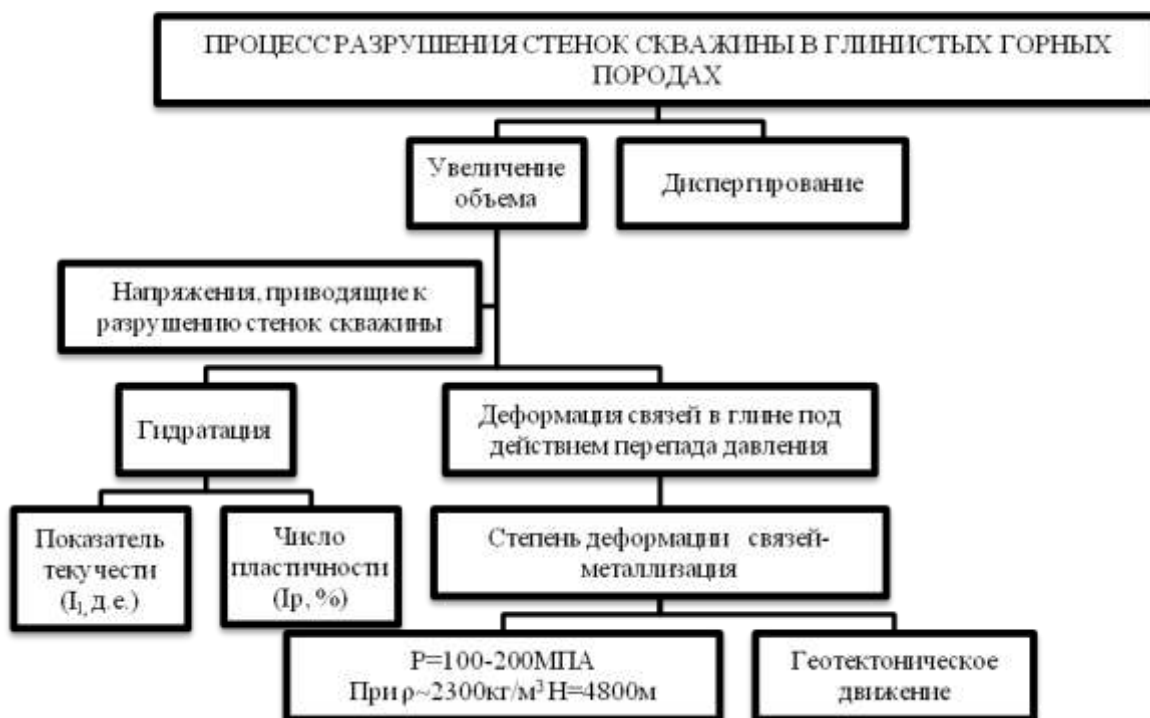


Рисунок 4. Физико-химические факторы, определяющие процесс разрушения стенок скважины, сложенных глинистыми горными породами.

Основными макроэтапами процесса разрушения глины являются всасывание воды, разбухание, диспергирование гидратированных частиц. Глины, в зависимости от показателей пластичности и текучести, в значительной степени различаются по скорости впитывания воды в свой состав, величине объемных деформаций при их разрушении в процессе гидратации, а также по скорости диспергирования.

Непластичная глина, в сопоставлении с пластичной, впитывает малое количества воды и разрушается быстро, объемно, с распадом на отдельные блоки. Объемное разрушение сопровождается интенсивным диспергированием частиц шлама в растворе. Пластичная глина разрушается медленно, впитывая значительное количество воды.

В третьей главе проведены исследования методов регулирования состава буровых растворов для управления их состоянием в процессе бурения.

Эксперименты показали, что известные соединения – стабилизаторы состояния глины, в том числе поверхностно-активные вещества, электролиты-ингибиторы и другие соединения, способные обеспечивать устойчивость пластичных глин, усиливают процесс разрушения непластичных глин (рис. 5).

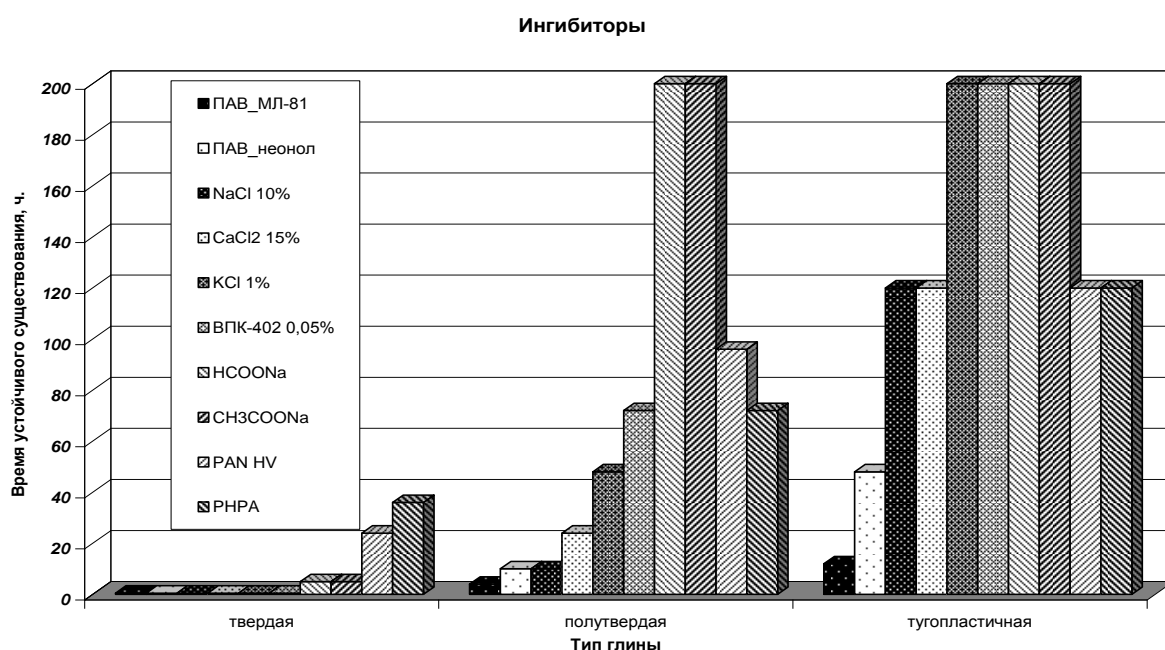


Рисунок 5. Время устойчивого существования глины в растворах ингибиторов разрушения глины (в часах)

Поэтому было решено найти дополнительные методы управления состоянием глины. Возможность повышения устойчивости пластичных глин определялись методом оценки процессов их набухания в водных растворах различных стабилизаторов и буровых растворов их содержащих.

Экспериментально показано, что устойчивость пластичной глины обеспечивает использование в составе бурового раствора гидратообразующего реагента в виде формиата натрия (рис. 6, 7), полиакрилатов натрия при их сочетании с глицерином или с формиатом натрия. При использова-

нии жидкого стекла целесообразно осуществлять его деполимеризацию путем растворения в нем глицерина (рис. 7).

Эксперименты также показали, что использование буровых растворов на углеводородной основе, синтетических растворов на основе многоатомного спирта, а также специальных эмульсий позволяет обеспечить устойчивость твердых, непластичных глин (рис.8). Наибольшую эффективность показали эмульсии, полученные путем смены растворителя. Применение сочетаний ионов калия с формиатом, ионов калия с ацетатом совместно с углеводородными соединениями в составе буровых растворов также позволяют сохранить устойчивость образцов непластичной глинистой породы.

Исследовались также природные образцы глинистых горных пород. В качестве объекта испытания использовалась глина пермо-триасовых отложений, извлеченная в процессе бурения скважин на Астраханском ГКМ. Данная глина в разрезе скважины находится в непластичном состоянии ($I_f < 0$). Глина не потеряла своего устойчивого состояния в среде предлагаемого нами синтетического спиртового бурового раствора (рис.8). Известные международные сервисные компании пытались применять на данном месторождении известные и широко рекламируемые буровые растворы для обеспечения устойчивости глинистых отложений, но в результате того, что не учитывалась особенность состояния глины в разрезе скважины, положительного результата достигнуть не смогли.

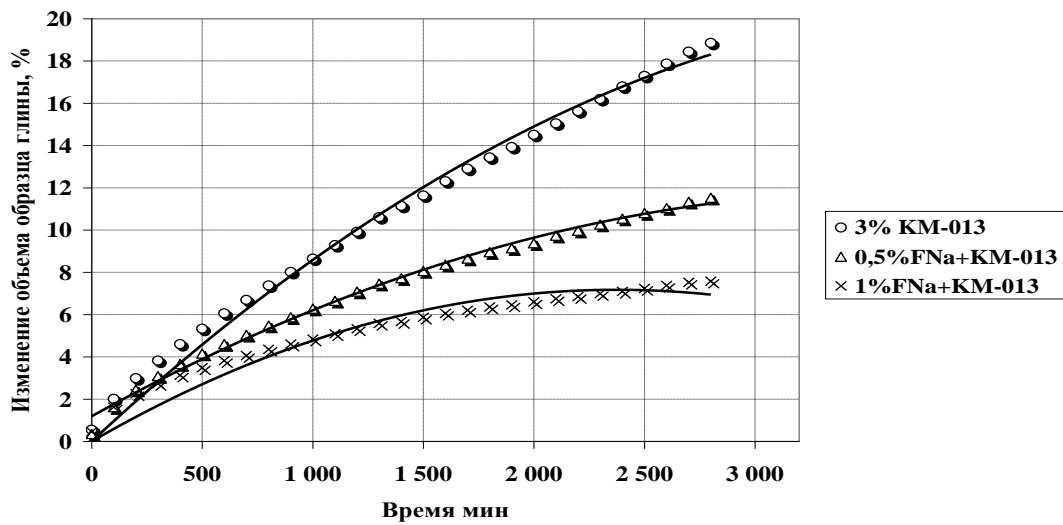


Рисунок 6. Набухание пластичной глины в 3% растворе полиакрилата (KM-013), совмещенного с формиатом натрия (FNa)

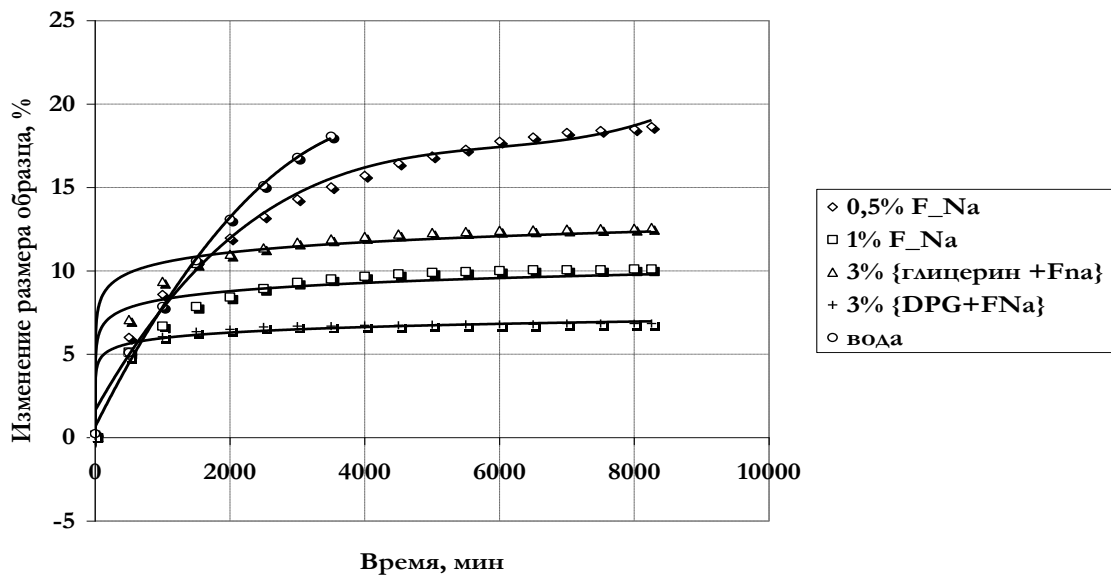
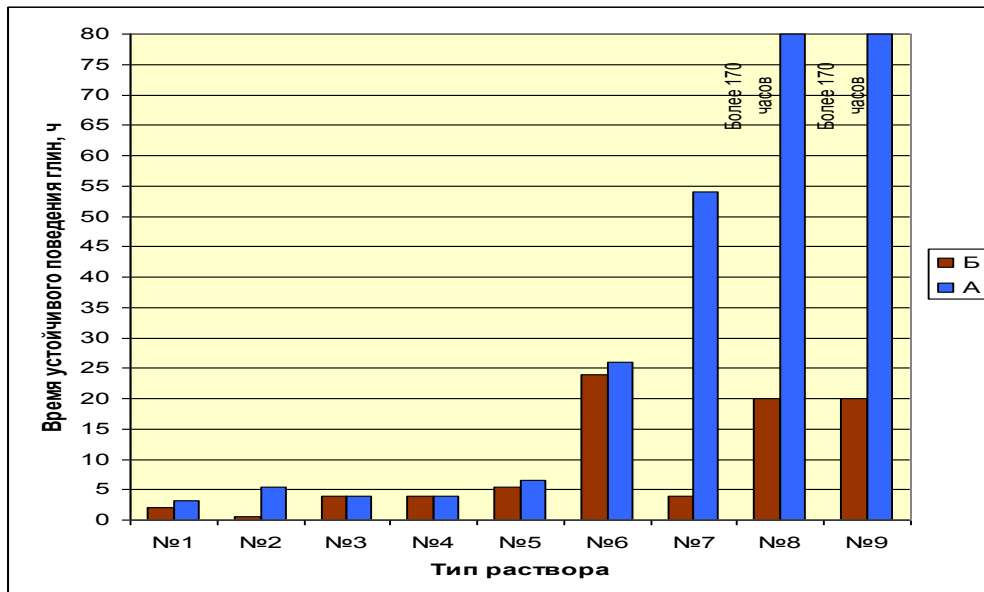


Рисунок 7. Набухание пластичной глины формиата натрия, формиата натрия (FNa), совмещенного с глицерином; деполимеризованным гидратом кремнезема (DPG)



Б – бентонитовая глина ($I_1 > 0$); А – астраханская глина ($I_1 < 0$). АР – акриловый реагент; БП – биополимер; РМ – растительное масло. Компонентный состав раствора: №1 – (вода 90% , глицерин 10%) + 0,2% БП + 0,5% АР; №2 – №1 + 10% КСl; №3 – вода + 0,2% БП + 0,5% АР; №4 – №3 + 10% КСl; №5 – №4 + 20% РМ; №6 – №4 + 20% РМ с сажой; №7 – (вода 50%, глицерин 50%) + 20% ацетат натрия + 0,2% БП + 0,5% АР; №8 – №7 + 20% РМ; №9 – №7 + 20% РМ с сажой

Рисунок 8. Зависимость времени устойчивого поведения пермо-триасовых глин от типа раствора

Теоретическое обобщение результатов экспериментальных исследований проводились на основе базовых положений физико-химической кинетики и супрамолекулярной химии. Показано, что устойчивость глинистых горных пород обеспечивают соединения, способные снижать термодинамическую активность воды, связываемой глиной, путем создания гидратных соединений включения, данные соединения позволяют блокировать внутреннюю структуру воды в глине и создавать структуры, скрепляющие ее частицы. Эффективность создания гидратных соединений включения для обеспечения устойчивости глины при контакте с буровым раствором определяется кинетическим согласованием этапов взаимодействия компонентов бурового раствора между собой и гидратирующей глиной. Для реализации процесса необходимо в составе бурового раствора приме-

нять гидратообразующие ионы в виде катиона калия, анионов солей уксусной и муравьиной кислот, углеводородных соединений, формирующих растворы внедрения, а также гидраты кремния.

В четвертой главе приведены классификация глинистых горных пород в пластовых условиях и даны рекомендации по применению буровых растворов для их прохождения.

Проведенная работа позволяет построить классификацию глинистых горных пород применительно к бурению скважин, выбирать буровой раствор (рис. 9).

Указанные в классификации граничные значения показателя текучести оказывают значительное влияние на прочностные свойства глины, скорость процессов, происходящих при ее контакте с водой, и характер их разрушения.

Установлено, что для бурения в пластичных глинах подходят следующие буровые растворы: гликоль-полимерные, калиево-полимерные, формиатно акрилатные, формиатно-полимерные, с использованием гидролизованного полиакриламида, с использованием алюмокалиевых квасцов, сульфата калия и другие.

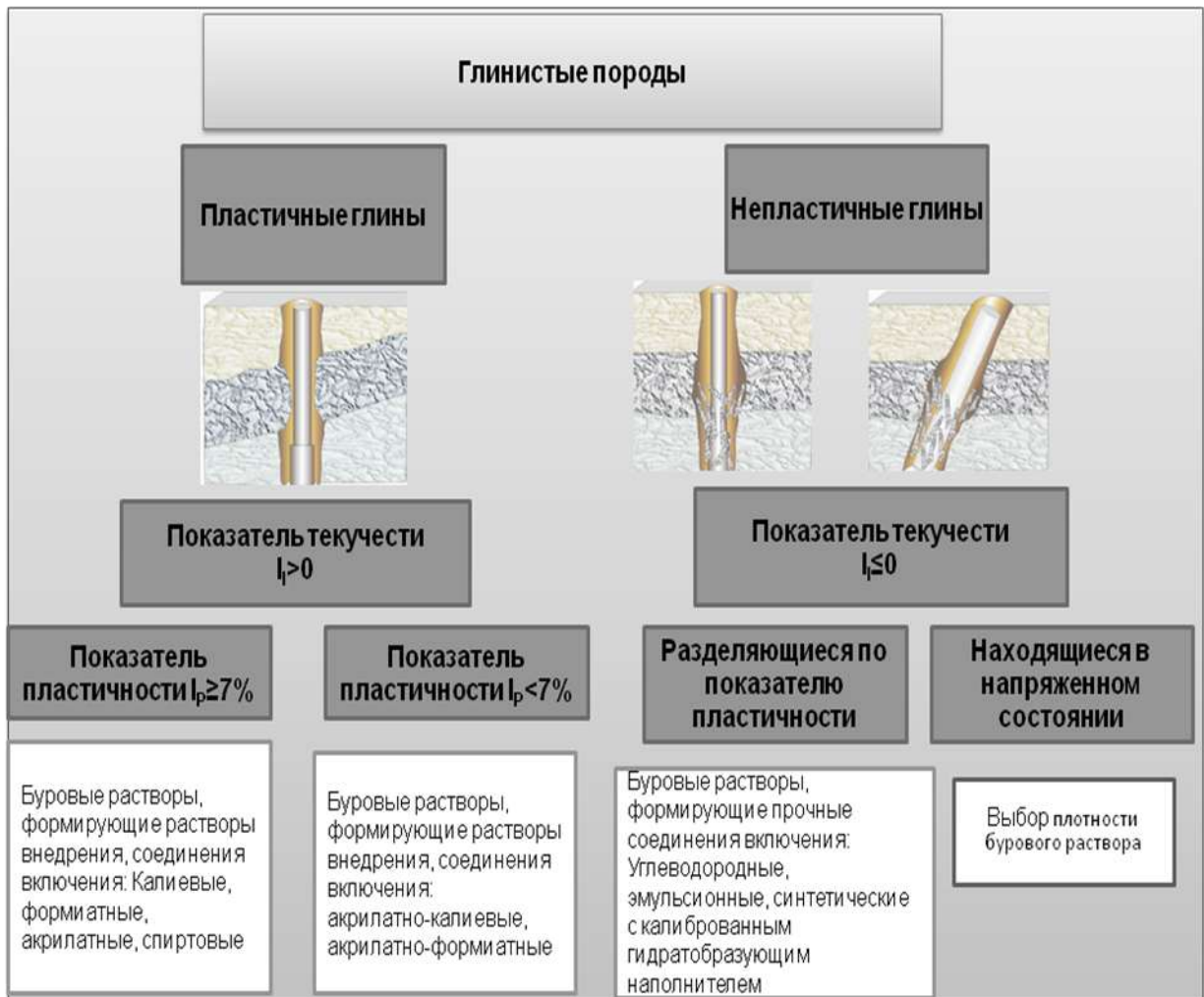


Рисунок 9. Классификационная схема состава и свойств глинистых отложений для выбора буровых растворов.

Процесс бурения намного сложнее осуществляется при бурении в непластичных (твердых) глинах. Процесс взаимодействия непластичных глин с водой и с буровым раствором на водной основе ведет к гидратации, увеличению объема с созданием напряжений, способствующих их разрушению. Разрушение в буровом растворе происходит быстро, с распадом глины на отдельные частицы или блоки.

При отсутствии напряжений или их малых значениях в подобной глине необходимо управлять состоянием стенок скважины и стабилизировать их состояние. Для этой цели пригодны углеводородные и синтетические углеводородные растворы, эмульсии на их основе, возможно применение прямых эмульсий и растворов с разноразмерным набором гидрато-

образующих соединений (акрилатно-ацетатные растворы, ацетатно-калиевые растворы).

Проведенное сопоставление существующих классификаций глинистых горных пород и методов оценки их состояния показывает, что существующие методики не позволяют, в полной мере, оценить устойчивость глинистых отложений при взаимодействии с различными буровыми растворами. Установлено, что данные методы могут дать оценку эффективности растворов для отдельных типов глин, но не учитывают возможный механизм разрушения глинистых горных пород в зависимости от их свойств.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ современного состояния промышленных и экспериментальных исследований в области строительства скважин в глинистых отложениях показывает, что существующие теоретические представления и нормативно-технические документы, используемые для описания и классификации глинистых горных пород с целью выбора буровых растворов, не всегда обеспечивают успешный результат бурения.

2. Обобщение известных представлений о глине и проведенных экспериментальных работ показало, что представления о глине, как о соединении включения, позволяют:

- Использовать такие характеристики как число пластичности и показатель текучести для описания состава, состояния и процессов разрушения глинистой горной породы при их контакте с буровым раствором;

- Показать, что устойчивость стенок скважины для глинистых горных пород, характеризующихся $I_p > 7$ % (глины, суглинки), определяется показателем $I_l < 0,25$ для глин и $I_l < 0,5$ для суглинков. При меньших величинах I_l обеспечивается устойчивое состояние стенок скважины, что говорит о том, что при нахождении глинистых горных пород в твердом состоянии, их разрушение определяется физико-химическим взаимодействием с буровым раствором.

3. Применительно к бурению скважин показано, что глинистые горные породы можно разделить по механизму разрушения, в различных водных средах, используя величины показателей текучести и пластичности:

- $I_1 > 0$ – пластичные глинистые горные породы. Процесс разрушения пластичной глинистой породы характеризуется прохождением процесса набухания без потери связности между ее частицами и их последующим диспергированием в объеме раствора;
- $I_1 < 0$ – непластичные глинистые горные породы. Процесс разрушения пластичной глинистой породы характеризуется быстрым объемным разрушением при контакте с буровым раствором при малой величине впитываемой воды или без ее впитывания.

4. Экспериментально установлено, что эффективность соединений стабилизаторов состояния глины определяется кинетическим согласованием этапов взаимодействия компонентов бурового раствора между собой и гидратирующей глиной, а также их способностью снижать термодинамическую активность воды, впитываемой глиной. Подобным механизмом действия обладают низкомолекулярные соли органических кислот их сочетания с полиакрилатами, растворы на углеводородной основе, синтетические растворы на основе многоатомного спирта, а также специальные эмульсии.

5. Проведенная теоретическая и экспериментальная работа позволила разработать классификацию глинистых горных пород с применением инженерно-технических параметров по числу пластичности и показателю текучести. Данные параметры отражают природное состояние глинистых горных пород, различающихся гидратационной активностью и позволяют выбрать оптимальные типы буровых растворов для успешной проводки скважин.

6. Разработанные рекомендации по выбору типа бурового при бурении в глинистых отложениях позволили осуществлять успешное, безаварийное строительство скважин на месторождениях Западной Сибири (Рогожниковское, Тагринское, Еты-Пуровское, Фестивальное, Комсомольское).

Основные положения диссертации опубликованы в следующих изданиях, рекомендуемых ВАК Минобразования и науки РФ:

1. Шарафутдинова, Р.З. Буровые растворы для строительства скважин в глинистых горных породах [Текст]/Р.З.Шарафутдинова, Г.Г. Ишбаев-М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2012.-192 с.
2. Шарафутдинова, Р.З. Бурение в глинах и гидратная стабилизация ее состояния при строительстве скважин [Текст]/Р.З. Шарафутдинова, З.З. Шарафутдинов// Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, №2, 2007.-с. 26-31.
3. Шарафутдинова, Р.З. Разграничение свойств глинистых отложений в разрезе бурения скважины и выбор методов управления их состоянием [Текст]/Р.З. Шарафутдинова//НТЖ Инженер-Нефтяник, №2, 2008.-с. 23-27.
4. Шарафутдинова, Р.З. Характеристика глин для выбора методов управления их состоянием в процессе бурения скважин [Текст]/Р.З. Шарафутдинова, З.З. Шарафутдинов//Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, №5, 2008.-с. 30-34.
5. Шарафутдинов, З.З. Применение нанотехнологий для стабилизации глинистых отложений при строительстве скважин [Текст] / З.З. Шарафутдинов, М.М.-Р Гайдаров, В.И.Крылов, Р.З. Шарафутдинова // Бурение и нефть, №12, 2008.-с. 13-15.
6. Шарафутдинов, З.З.Стабилизация глинистых отложений на основе нанотехнологий. Буровые растворы [Текст] / З.З. Шарафутдинов, М.М.-Р Гайдаров, В.И.Крылов, Р.З. Шарафутдинова, А.А. Хуббатов, А.В. Христенко // Бурение и нефть, №1, 2009.-с. 41-45.

7. Шарафутдинова, Р.З. Влияние степени увлажнения глинистых отложений на стабильность стенок скважины [Текст]/Р.З. Шарафутдинова//Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, №9, 2009.-с.20-25.
8. Шарафутдинова, Р.З. Разрушение глинистых отложений в процессе бурения и их взаимосвязь с показателями пластичности и текучести [Текст]/Р.З. Шарафутдинова//Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, №10, 2009.-с.8-11.
9. Шарафутдинова, Р.З. Исследование неустойчивости глинистых горных пород при применении ингибированных буровых растворов. [Текст]/Р.З. Шарафутдинова, В.Ю. Близнюков//Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, №7, 2010.-с.31-33.
10. Шарафутдинова, Р.З. Буровые растворы для бурения скважин в разрезах, сложенных глинистыми отложениями. [Текст]/Р.З. Шарафутдинова, В.Ю. Близнюков, Г.Г. Ишбаев//Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море, №12, 2011.-с.36-40.