



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Нефтегазоразработка и гидропневмоавтоматика»

Т. В. Атвиновская

БУРОВЫЕ И ТАМПОНАЖНЫЕ РАСТВОРЫ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1-51 02 02
«Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2021

УДК 622.24.063(075.8)
ББК 33.361я73
А92

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 02.12.2019 г.)*

Рецензент: ведущий инженер-технолог отдела перспективного развития
БелНИПИнефть канд. техн. наук *И. В. Лымарь*

Атвиновская, Т. В.

А92

Бутовые и тампонажные растворы : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы для студентов специальности 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» днев. и заоч. форм обучения / Т. В. Атвиновская. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – 35 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит основные требования, предъявляемые к структуре, содержанию, оформлению курсовой работы. Даны рекомендации по разработке практической части работы, подготовке работы к защите.

Для студентов специальности 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» дневной и заочной форм обучения.

УДК 622.24.063(075.8)
ББК 33.361я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2021

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение и защита курсовой работы является одной из форм обучения студентов по специальности 1-51 02 02 «Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений» в соответствии с образовательным стандартом Республики Беларусь ОСРБ 1-51 02 02 – 2007.

Цели выполнения курсовой работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений по дисциплине «Буровые и тампонажные растворы»;
- углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой;
- формирование умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов;
- формирование умений использовать справочную, нормативную, научную и учебную литературу;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- подготовка к итоговой государственной аттестации.

Процесс выполнения курсовой работы включает несколько этапов:

- выбор темы и ее закрепление;
- составление плана;
- сбор информации;
- обработка и анализ собранных материалов;
- обоснование выводов и предложений;
- оформление работы;
- защита работы.

К общим требованиям к курсовой работе относятся следующие:

- логическая последовательность изложения материала;
- глубина исследования и полнота освещения вопросов;
- убедительность аргументаций;
- краткость и точность формулировок;
- конкретность изложения результатов работы;
- доказательность выводов и обоснованность рекомендаций;
- грамотное оформление.

Курсовое проектирование является необходимым этапом подготовки и обучения студентов, становления их как высококвалифицированных специалистов и играет важную роль в формировании самостоятельного творческого мышления студента.

Курсовая работа представляет собой комплексную учебно-исследовательскую работу студента, которая выполняется на основе теоретических и практических знаний, накопленных в процессе обучения дисциплине «Буровые и тампонажные растворы». Она является многоцелевым элементом учебного процесса и позволяет привить студентам навыки и умения сбора, анализа, обобщения информации по данной предметной области. Данное практическое руководство содержит основные требования, предъявляемые к структуре, содержанию, оформлению курсовой работы, предлагает рекомендации по разработке практической части работы, подготовке работы к защите.

Цель курсовой работы: научиться собирать необходимый материал, правильно его комплектовать и реферировать, получить необходимые навыки для расчета объемов отходов бурения, образующихся при строительстве скважины.

Курсовая работа выполняется по заданию преподавателя.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОЙ РАБОТЕ

1.1. Задачи курсовой работы

Основными задачами курсового проектирования по дисциплине «Буровые и тампонажные растворы» являются:

- углубление и расширение теоретических знаний по предмету;
- выработка навыков использования научной, методической и справочной литературы, а также способностей к анализу и обобщению собранной информации;
- приобретение навыков самостоятельной работы, исследовательской деятельности при решении конкретных задач;
- формирование способностей самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- оформление работы в соответствии с ГОСТом;
- публичное представление полученных результатов.

1.2. Общие положения

Общие требования и положения по курсовому проектированию по дисциплине «Буровые и тампонажные растворы» приняты на методическом семинаре кафедры «Нефтегазоразработка и гидропневмоавтоматика».

1. Тематика заданий утверждается на методическом семинаре кафедры.

2. Задания по курсовым работам должны быть выданы своевременно и включать задачи, решение которых предполагает использование изученного в курсе «Буровые и тампонажные растворы» материала.

3. Задание по курсовой работе оформляется на бланке установленного образца в двух экземплярах, один из которых хранится на кафедре в течение года.

4. Пояснительная записка должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

1.3. Требования к структуре и содержанию пояснительной записки

Пояснительная записка должна включать следующие разделы:

Содержание

Введение	1-2	стр
1. Теоретическая часть.....	25-35	стр
Глава 1.1.....	5-9	стр
Глава 1.2.....	5-9	стр
Глава 1.3.....	5-9	стр
Глава 1.4	5-9	стр
2. Расчетная часть.....		
2.1 Расчет объемов отходов бурения, образующихся при строительстве скважин.....	6-8	стр
5. Заключение.....	1-2	стр
Список использованных источников.....	1-2	стр

Объем пояснительной записки должен составлять не более 35-45 листов. Стандартный вид титульного листа приведен в приложении 1.

Содержание включает наименование всех разделов и подразделов с указанием номеров начальных страниц, на которых размещаются эти разделы.

Во введении обосновывается актуальность темы и ее значимость, указываются цели и задачи работы.

В курсовой работе разрабатывается *теоретическая часть*, посвященная решению одной из проблем, имеющей место при строительстве скважин. Тема теоретической части выдается каждому студенту индивидуально руководителем курсовой работы.

При выполнении курсовой работы следует ориентироваться на использование наиболее современной техники, технологических приемов и методов организации операций; современных типов буровых, тампонажных растворов и химических реагентов; необходимо использовать учебники, справочники, каталоги оборудования, монографии, статьи из технических журналов, трудов НИИ, сборников институтов.

Практическая часть содержит непосредственное решение поставленной задачи, то есть расчет объемов отходов бурения, образующихся при строительстве скважин.

В заключении дается краткое подведение итогов, формулируются основные выводы, полученные при выполнении курсовой работы.

Список используемых источников составляется в порядке появления ссылки на соответствующий источник в тексте

пояснительной записки и оформляется согласно требованиям ГОСТ. Список должен содержать не менее четырех источников.

При написании пояснительной записки необходимо использовать язык и стиль научной работы, придерживаться строгой последовательности изложения. Текст документа должен быть кратким и четким с применением общепринятых в научно-технической литературе терминов, определений и обозначений. Не допускается применение оборотов разговорной речи, произвольных словообразований, сокращений слов, кроме установленных правилами орфографии.

Материал пояснительной записки должен быть строго структурирован. Разделы следует при необходимости разбивать на подразделы. Названия разделов должны соответствовать изложенному в них тексту.

При написании теоретического раздела недопустимо копирование целых страниц текста из одного или нескольких источников. Информация, взятая из 7 книг или других источников, должна быть творчески переработана и соотнесена с конкретной задачей, решаемой в курсовой работе.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Текст пояснительной записки должен быть оформлен в соответствии с требованиями к оформлению текстовых документов, установленными ГОСТ 2.105–95.

Текст набирается через 1 интервал шрифтом 14–15. Объем печатного текста – 35–45 страниц. Поля страниц (примерно): левое – 30, правое – 15, верхнее – 25, нижнее – 30мм. Форматирование текста по ширине, отступ на 1,15 см.

1. Использовать только один размер шрифта. Для выделения рубрикаций и различного уровня подзаголовков и т. д. применять жирный, наклонный или разряженный шрифты, подчеркивание. Не использовать одновременно два признака.

2. Избегать необоснованного выделения абзацев (по 1-2 строчки).

3. Главы начинать с новой страницы. После номера главы и названия точка не ставится.

4. Ссылки на рисунки (рисунок 1), таблицы (таблица 1) и литературу [5] обязательны.

5. Рисунки и таблицы должны быть озаглавлены и пронумерованы в пределах каждой главы, таблицы – вверху, рисунки – внизу. Названия рисунков и таблиц должно четко и кратко отражать приводимые сведения.

6. Последняя страница каждого раздела (главы) должна быть заполнена не менее чем на 1/3.

7. Нумерация страниц ставится внизу, посередине строки, без точки. В нумерацию входят все страницы, включая рисунки и таблицы, титульный лист. Номер страницы на титульном листе не проставлять.

8. Написание темы курсового проекта обязательно.

9. Титульный лист (приложение 1) на обложке папки обязательно повторяется и в начале работы.

10. Работа должна быть подписана исполнителем

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ И ЗАЩИТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Выполнение курсовой работы ведется в соответствии с календарным планом, предложенным руководителем при выдаче задания (приложение 2). После каждого этапа студент предоставляет руководителю результаты работы, расчеты и другие материалы на проверку. Руководитель указывает и разъясняет ошибки и недоработки, дает рекомендации по их исправлению.

Работа над курсовой начинается с детального изучения теоретических сведений по заданной теме. В результате работы над теоретическим материалом должен быть сформулирован алгоритм решения поставленной задачи.

В практической части работы необходимо по предложенной методике произвести расчет объемов отходов бурения, образующихся при строительстве скважин.

Текст «Заключения» должен начинаться с названия темы, цели данной работы и решаемых задач. Это необходимо в связи с тем, что далее следует дать оценку полноты выполнения цели и решения поставленных задач. Все данные должны быть конкретные, определенные.

Законченная курсовая работа, оформленная в строгом соответствии с изложенными выше требованиями и подписанная студентом, представляется руководителю в срок, установленный календарным планом. Выполненная работа может быть сдана на проверку руководителю до срока, указанного в плане. Руководитель рецензирует представленную пояснительную записку и назначает дату защиты в соответствии с утвержденным расписанием защиты курсовых работ. Курсовые работы рецензируются и возвращаются преподавателем на кафедру в течение семи дней. Если отзыв руководителя отрицательный, работа возвращается студенту на доработку. После внесения исправлений и доработки студент повторно представляет руководителю курсовую работу для проверки, но не позднее, чем за три дня до защиты. Студентам рекомендуется приложить к курсовой работе страницы с ответами на замечания руководителя. Это дает возможность видеть работу студента и аргументировать оценку. Не допускается замена страниц, на которых были отмечены ошибки. Повторная проверка работы проводится только по замечаниям, указанным в рецензии. Если замечания не

устранены, то работа вновь возвращается студенту для доработки. Если при рецензировании преподаватель установит, что работа выполнена студентом самостоятельно, то она не может быть зачтена. Защита курсовых работ производится перед комиссией, создаваемой на кафедре, в составе не менее двух человек с участием руководителя курсового проектирования. На сообщение по курсовой работе отводится 5-7 минут. В нем должны быть отражены тема, цели и задачи работы, приведены основные расчетные формулы, выводы и результаты проведенных исследований. При защите курсовой работы студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, позволяющие оценить глубину проработки студентом поставленной задачи. Решение о выставлении оценки принимается членами комиссии с учетом качества и своевременности выполнения работы, самостоятельности и рациональности решений, знаний студента по исследуемой проблеме, умения излагать результаты работы, обосновывать принятые решения и отвечать на заданные при защите вопросы.

4. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Темы теоретической части курсовой работы, а также перечень подлежащих к рассмотрению глав, по дисциплине «Буровые и тампонажные растворы» (номер варианта выбирается по варианту согласно зачетно-экзаменационной ведомости):

1. Буровые растворы для бурения в неустойчивых породах

Глава 1. Осыпи и обвалы как один из видов осложнения при бурении скважины.

Глава 2. Горные породы, наиболее склонные к осыпям и обвалам в процессе бурения.

Глава 3. Классификация пород по показателю устойчивости.

Глава 4. Выбор бурового раствора для предупреждения осыпей и обвалов в процессе бурения.

2. Буровые растворы для вскрытия продуктивных пластов.

Глава 1. Значение состава бурового раствора для вскрытия продуктивного горизонта.

Глава 2. Влияние бурового раствора на дебит скважины.

Глава 3. Рецептуры буровых растворов, используемые в практике, для вскрытия (РУО, РНО и другие).

Глава 4. Особенности буровых растворов для вскрытия горизонтальных скважин.

3. Особенности буровых растворов для бурения крутонаправленных и горизонтальных стволов скважин.

Глава 1. Вскрытие продуктивного пласта горизонтальной скважиной и его преимущества.

Глава 2. Особенности поведения шлама в буровом растворе при бурении крутонаправленной или горизонтальной скважины.

Глава 3. Реологические свойства буровых растворов.

Глава 4. Современные системы буровых растворов для горизонтальных скважин.

4. Буровые растворы для бурения в солевых отложениях.

Глава 1. Особенности бурения в отложениях каменной соли.

Глава 2. Солестойкие рецептуры буровых растворов.

Глава 3. Полимерные реагенты-стабилизаторы буровых растворов и принцип их действия.

Глава 4. Кристаллизация солей при бурении в соленосных отложениях как вид осложнения и меры борьбы с ней.

5. Буферные жидкости и технология их применения

Глава 1. Назначение буферных жидкостей.

Глава 2. Классификация буферных жидкостей.

Глава 3. Технология применения буферных жидкостей.

Глава 4. Особенности течения (вытеснение, вымыв, смешивание) буферных жидкостей.

Глава 5. Рецептуры БЖ.

Глава 6. Комбинированные БЖ.

6. Исследование свойств и совершенствование технологии применения вязких и вязкоупругих буферных жидкостей

Глава 1. Буферные жидкости и выполняемые ими функции в скважине.

Глава 2. Исследование свойств и разработка рецептур вязких и вязкоупругих буферных жидкостей. Отличие вязких от вязкоупругих жидкостей.

Глава 3. Промысловые испытания.

Глава 4. Перспективы применения ВУС при строительстве скважин.

7. Гидрофобно-эмульсионные буровые растворы

Глава 1. Основные свойства ГЭР (РУО) и особенности их регулирования.

Глава 2. Материалы и реагенты для приготовления и регулирования свойств эмульсионных растворов.

Глава 3. Особенности и трудности приготовления эмульсионных растворов

8. Ингибирующие буровые растворы

Глава 1. Причины возникновения осложнений при бурении пород надсолевых отложений. (Дать характеристику понятия термина «наработка бурового раствора»).

Глава 2. Пути снижения сложности бурения пород надсолевых отложений. Что означает термин «ингибирующий буровой раствор».

Глава 3. Роль ионов калия в процессе ингибирования глинистых пород.

Глава 4. Применяемые в мировой практике типы ингибирующих буровых растворов.

9. Коллоидно-химические и реологические свойства буровых растворов.

Глава 1. Основные сведения о дисперсных системах.

Глава 2. Структурные свойства буровых растворов (значение параметра СНС).

Глава 3. Тиксотропность.

Глава 4. Реология как наука.

10. Процессы коррозионного разрушения цементного камня в скважинах. Коррозионностойкие тампонажные материалы.

Глава 1. Условия нахождения цементного камня в скважинных условиях.

Глава 2. Виды коррозий. Процессы коррозионного разрушения цементного камня.

Глава 3. Методы оценки коррозионной стойкости цементного камня (коэффициент коррозионной стойкости).

Глава 4. Добавки, повышающие коррозионную стойкость цементного камня.

11. Материалы и химические реагенты для приготовления и обработки буровых растворов

Глава 1. Характеристика материалов для приготовления буровых растворов.

Глава 2. Классификация и свойства химических реагентов для обработки буровых растворов.

Глава 3. Перспективы совершенствования рецептур буровых растворов.

12. Материалы и химические реагенты для приготовления и обработки тампонажных растворов

Глава 1. Классификация и характеристика материалов для приготовления тампонажных растворов.

Глава 2. Химические реагенты для обработки тампонажных материалов, их классификация.

Глава 3. Перспективы совершенствования материалов и химических реагентов.

13. Легкие и облегченные тампонажные растворы.

Глава 1. Причины и способы снижения плотности тампонажных растворов.

Глава 2. Рецептуры тампонажных цементов и растворов плотностью менее $1,5 \text{ г/см}^3$ для цементирования скважин, вскрывших зоны АНПД.

Глава 3. Эффективные облегчающие добавки для получения тампонажных растворов низкой плотности.

Глава 4. Оценка качества цементирования скважин легкими и облегченными тампонажными растворами.

14. Осложнения при бурении скважин, связанные с буровыми растворами.

Глава 1. Основные виды осложнений при бурении скважин.

1.1. Осыпи и обвалы стенок скважин.

1.2. Поглощения бурового раствора.

1.3. Прихваты бур. инструмента.

Глава 2. Причины возникновения осложнений по вине буровых растворов.

Глава 3. Требования к буровым растворам для снижения сложности бурения.

15. Очистка и утилизация буровых растворов.

Глава 1. Современная очистная система бурового раствора.

Глава 2. Оценка качества работы очистного оборудования при бурении скважины.

Глава 3. Значение процесса очистки бурового раствора.

Глава 4. Виды отходов бурения и способы их утилизации.

16. Применение синтетических ПАВ в качестве добавки к буровым растворам.

Глава 1. Ухудшение коллекторских свойств пласта при вскрытии и возможность его восстановления.

Глава 2. Характеристика и свойства поверхностно-активных веществ.

Глава 3. Влияние ПАВ на физико-химические процессы, протекающие в пористой среде.

Глава 4. Промышленное применение ПАВ при вскрытии продуктивных пластов.

17. Пути повышения качества крепления скважин

Глава 1. Современная технология цементирования.

Глава 2. Понятие «качество цементирования».

Глава 3. Буферные жидкости и степень их влияния на качество крепления скважины.

Глава 4. Способы очистки стенок скважины.

Глава 5. Турбулизация потока.

Глава 6. Влияние типа тампонажного раствора и обработки его химическими реагентами на свойства цементного камня и качество цементирования.

18. Тампонажные смеси и технология изоляции зон поглощения при бурении скважин

Глава 1. Основные условия и причины возникновения поглощений.

Глава 2. Характеристика поглощающих пластов.

Глава 3. Требования к тампонажным материалам.

Глава 4. Составы и свойства тампонажных смесей.

Глава 5. Кольматанты для предупреждения и ликвидации поглощений бурового раствора.

19. Применение полимеров при бурении и креплении скважин.

Глава 1. Полимеры как реагенты-стабилизаторы буровых растворов.

Глава 2. Приготовление крахмального реагента и Лигнопола.

Глава 3. Влияние добавок полимеров на свойства тампонажных растворов.

Глава 4. Примеры использования полимерных добавок при цементировании скважин.

20. Разработка рецептур и применение расширяющихся тампонажных растворов.

Глава 1. Геолого-технические условия формирования цементного камня в скважине.

Глава 2. Обоснование целесообразности использования расширяющихся тампонажных растворов и нормирование величины расширения.

Глава 3. Виды расширяющихся цементов.

Глава 4. Механизм действия расширяющихся добавок.

Глава 5. Влияние различных факторов на величину расширения.

Глава 6. Технология приготовления расширяющихся тампонажных смесей.

Глава 7. Применение расширяющихся растворов при креплении скважин.

21. Регламентирование свойств глинопорошков, используемых для приготовления буровых растворов

Глава 1. Выбор основных показателей качества глинопорошка, характеризующих структурообразование буровых растворов.

Глава 2. Влияние вида глинистого сырья на свойства суспензий глинопорошков.

Глава 3. Приготовление суспензий глинопорошков и определение их структурно-реологических и фильтрационных свойств.

Глава 4. Качество глинопорошков промышленного применения.

22. Смазочные добавки к буровым растворам и их значение при строительстве скважин

Глава 1. Современные представления о трении, износе материалов и смазках.

Глава 2. Смазочная способность буровых растворов.

Глава 3. Изучение смазочных свойств буровых растворов. Приборы для определения коэффициента трения и липкости бурового раствора.

Глава 4. Применение буровых растворов с улучшенными смазочными свойствами на буровых предприятиях Беларуси (СК, ТСГ, ЗГВ-205, АКС).

23. Современные буровые растворы для бурения надсолевого комплекса пород.

Глава 1. Глинистые породы – источник осложнений при бурении скважин в Припятском прогибе.

1.1. Характеристика глин.

1.2. Взаимодействие глинистых пород с водой.

Глава 2. Современные буровые растворы.

2.1. Функции буровых растворов.

2.2. Классификация буровых растворов.

2.3. Материалы и реагенты для обработки буровых растворов.

2.4. Буровые растворы для бурения глинистых отложений надсолевого комплекса (Ингибирующие буровые растворы, растворы на основе ОМС).

24. Современное состояние и перспективы развития технологии крепления нефтяных скважин.

Глава 1. Конструкция скважины

Глава 2. Технология цементирования.

Глава 3. Тампонажные материалы, классификация и характеристика.

Глава 4. Химические реагенты для обработки цементных растворов.

Глава 5. Транспортировка и хранение тампонажных материалов.

25. Специальные тампонажные растворы.

Глава 1. Качество цементирования.

Глава 2. Коррозионно-стойкие тампонажные растворы.

Глава 3. Гидрофобные цементы.

Глава 4. Дисперсно-армированные тампонажные цементы.

Глава 5. Расширяющиеся тампонажные цементы.

Глава 6. Облегченные и утяжеленные тампонажные растворы.

26. Стабилизаторы технологических свойств буровых растворов.

Глава 1. О причинах и необходимости применения стабилизаторов для обработки буровых растворов.

Глава 2. Общая характеристика стабилизаторов (как понизителей значений фильтрации или вязкости).

Глава 3. Характеристика крахмальных реагентов (на основе крахмала и модифицированных).

Глава 4. Лигнопол – универсальный реагент для пресных и соленасыщенных растворов.

27. Мировой опыт по утилизации и захоронению отходов бурения.

Глава 1. Характеристика отходов бурения.

Глава 2. Методы осветления буровых сточных вод.

Глава 3. Пути утилизации отходов бурения.

Глава 4. Места захоронения ОБ.

Глава 5. Вопросы охраны окружающей среды при проведении утилизации и захоронения ОБ.

28. Технологические функции буровых растворов

Глава 1. Гидродинамические функции.

Глава 2. Гидростатические функции.

Глава 3. Коркообразовательные функции.

Глава 4. Физико-химические функции.

Глава 5. Влияние параметров буровых растворов на выполняемые ими функции в скважине.

29. Биополимерные буровые растворы

Глава 1. Биополимер как материал для приготовления бурового раствора. Преимущества и недостатки.

Глава 2. Рецептуры буровых растворов на основе биополимеров. Технология приготовления БПР.

Глава 3. Микробиологическая деструкция БПР.

Глава 4. Положительный опыт применения БПР при вскрытии продуктивных пластов.

30. Выбор типа бурового раствора для бурения скважины

Глава 1. Ингибирующие буровые растворы для бурения надсолевых отложений.

Глава 2. Буровые растворы для бурения солей.

Глава 3. Буровые растворы для вскрытия продуктивных отложений.

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Методика расчета объемов отходов бурения, образующихся при строительстве скважин

1. Определения

- амбарная технология строительства скважин – технология, при которой все отходы бурения (буровой шлам (БШ), отработанный буровой раствор (ОБР) и буровые сточные воды (БСВ)) захороняются на территории буровой в амбарах для пресных и соленых отходов;
- безамбарная технология строительства скважин – технология, заключающаяся в отдельном сборе отходов бурения и их вывозе с территории буровой для утилизации или захоронения;
- буровой шлам – смесь выбуренной породы и бурового раствора, удаляемых из циркуляционной системы буровой различными очистными устройствами;
- буровые сточные воды – водная суспензия, образованная при промывке бурового оборудования и инструмента, содержащая остатки бурового раствора;
- кек БСВ – осажденная центрифугой твердая часть буровых сточных вод;
- коэффициент кавернозности – отношение фактического объема скважины к объему, рассчитанному по значению диаметра долота (или возведенное в квадрат отношение значения фактического среднего диаметра скважины к значению диаметра долота);
- коэффициент разуплотнения–показатель увеличения объема выбуренной породы за счет измельчения породоразрушающим инструментом и системой очистки;
- малоамбарная технология строительства скважин – технология, при которой пресные отходы бурения захороняются на территории буровой в пресном амбаре, соленые отходы – вывозятся с территории буровой на утилизацию или захоронение;

- наработка раствора – увеличение объема бурового раствора за счет диспергирования частиц выбуренной глинистой породы в процессе бурения и циркуляции;
- отработанный буровой раствор – буровой раствор, исключаемый из технологического процесса бурения, который накапливается на территории буровой и подлежит утилизации (повторному использованию) или захоронению;
- рабочий раствор – объем раствора на поверхности в емкостях для создания необходимой циркуляции при бурении и восстановлении скважин;
- система циркуляции бурового раствора – это система, состоящая из надземной и подземной участков, по которым буровой раствор циркулирует по замкнутому циклу. Функции надземного участка: приготовление, обработка и очистка раствора, нагнетание его в скважину и поддержание режима промывки. Функции подземного участка: подведение гидравлической энергии к долоту и транспортировка шлама на поверхность. Этот участок состоит из канала для нисходящего потока бурового раствора в бурильной колонне и канала для восходящего потока, образуемого внешней поверхностью бурильной колонны и стволом скважины (или обсадной колонной);
- суспензия – мутная жидкость с находящимися в ней во взвешенном состоянии частичками твердого вещества;
- утилизация отходов бурения – вывоз на растворный узел для регенерации и повторного использования.

2. Обозначения и сокращения

- АКЦ – акустический каротаж цементирования;
- БЖ – буферная жидкость;
- БСВ – буровые сточные воды;
- БШ – буровой шлам;
- ВП – выбуренная порода;
- КФУ – коагуляционно-флокуляционная установка;
- МКФУ – мобильная коагуляционно-флокуляционная установка;

ОБ – отходы бурения;
ОБР – отработанный буровой раствор;
ОППХ – опытно-промышленное подземное хранилище;
ППД – поддержание пластового давления.

3. Общие положения

3.1. Настоящая методика позволяет определить объемы отходов бурения, образующихся в процессе строительства скважин с использованием технологий: амбарной, малоамбарной и безамбарной.

3.2. Отходы бурения содержат в своем составе химические реагенты, минеральные примеси и нефтепродукты и, попадая в почву и водные объекты, загрязняют их. В целях предотвращения загрязнения объектов природной среды в рабочих проектах на строительство скважин предусматриваются утилизация (полезное повторное использование) и захоронение отходов бурения.

3.3. Настоящая методика позволяет обосновать в проектах на строительство скважин количество технических средств и сооружений, необходимых для сбора, хранения, транспортировки, утилизации или захоронения отходов бурения.

3.4. Основным принципом, которым необходимо руководствоваться при определении объемов ОБР, является принцип расчета ОБР по интервалам бурения, заданных конструкцией скважины.

3.5. Объем ОБР, уходящего в отходы, складывается из избыточных объемов растворов, накапливаемых при поинтервальном бурении. При этом основными причинами образования и накопления избыточных объемов растворов являются:

- наработка раствора при бурении интервалов, сложенных глинистыми породами;
- замена одного типа бурового раствора на другой.

3.6. Количество отходов зависит:

–

– от эффективности очистки бурового раствора от выбуренной породы;

– от применения ресурсосберегающих технологий (оборотного водоснабжения, повторного использования бурового раствора, использования технологии отдельного сбора отходов бурения).

3.7 Для перевода объемного показателя отходов бурения в весовой принимать плотность бурового шлама 1,7 г/см³.

4 Общие формулы для расчетов объемов отходов бурения, образующихся при использовании разных технологий строительства скважин

4.1. Объем выбуренной породы или скважины в i -ом интервале определяется по формуле

$$V_{\text{вп}i} = V_i = 0,785 \times D_i^2 \times H_i \times k_i, \quad (1)$$

где $V_{\text{вп}i}$ – объем выбуренной породы в i -м интервале, м³; V_i – объем скважины в i -м интервале, м³; D_i – диаметр долота в i -м интервале бурения, м; H_i – длина интервала ствола скважины, м; K_i – коэффициент кавернозности в i -м интервале бурения.

4.2. Исходный объем для бурения i -го интервала определяется по формуле

$$V_{\text{исхБР}i} = 120 + V_{\text{БРСКВ}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{исхБР}i}$ – исходный раствор бурового раствора перед началом бурения i -го интервала, т. е. сумма объема рабочего бурового раствора на поверхности (согласно СТП 09100.17015.042–2006 – 120 м³) и объема бурового раствора в стволе или колонне в вышележащих интервалах, м³; 120 – объем рабочего бурового раствора на поверхности), 60 – при восстановлении скважин бурением боковых стволов), м³; $V_{\text{БРСКВ}}$ – объем бурового раствора в скважине перед началом бурения i -го интервала, м³.

4.3 Объем бурового раствора общий, необходимый для бурения i -го интервала, определяется по формуле

$$V_{\text{БР}i} = 0,55 \times N_i \times H_i + V_{\text{исхБР}i}, \quad (3)$$

где $V_{\text{БР}i}$ – объем раствора общий, необходимый для бурения i -го интервала, м³; 0,55 – коэффициент, характеризующий применение ресурсосберегающих технологий; N_i – норма расхода бурового

раствора для бурения i -го интервала согласно СНИП IV-2-82 [1] с учетом проектной коммерческой скорости бурения скважины.

4.4. Объем бурового шлама, образующегося при бурении i -го интервала, определяется по формуле

$$V_{\text{БШ}i} = 0,785 D_i^2 \times H_i \times k_i \times K_n \times 0,8, \quad (4)$$

где $V_{\text{БШ}i}$ – объем бурового шлама, образующегося при бурении i -го интервала, м³; K_n – коэффициент потери бурового раствора при очистке, учитывающий разуплотнение горной породы, численно равный: для бурения под кондуктор – 2, под другие колонны – 1,5 (определены эмпирически); 0,8 – коэффициент (C_0), характеризующий максимальную степень очистки бурового раствора от породы при использовании трех ступеней согласно РД 39-3-819-82 [2].

4.5. Объем бурового раствора в буровом шламе при бурении i -го интервала, рассчитывается по формулам:

$$V_{\text{БРШ}i} = V_{\text{БШ}i} - 0,8 V_{\text{ВП}i}, \quad (5)$$

где $V_{\text{БРШ}i}$ – объем бурового раствора в буровом шламе при бурении i -го интервала, м³.

4.6. Объем ОБР после i -го интервала определяется по формуле:

$$V_{\text{ОБР}i} = V_{\text{БР}i} - V_{\text{исхБР}(i+1)} - V_{\text{БРШ}i}, \quad (6)$$

где $V_{\text{ОБР}i}$ – объем ОБР после бурения i -го интервала, м³; $V_{\text{исхБР}(i+1)}$ – исходный объем бурового раствора перед началом бурения $(i+1)$ интервала, м³, не учитывается, если раствор полностью меняется.

4.7. Объем БСВ при бурении i -го интервала определяется по формуле:

$$V_{\text{БСВ}i} = 6 V_{\text{ОБР}i} / 12 = 0,5 V_{\text{ОБР}i}, \quad (7)$$

где $V_{\text{БСВ}i}$ – объем БСВ, образующийся при бурении i -го интервала, м³; 6 – средний коэффициент разбавления ОБР водой при осветлении, значение которого определено из опыта работы; 12 – средний коэффициент, определяющий долю бурового раствора в составе БСВ, значение которого определено из опыта работы.

4.8. Объем воды после проведения АКЦ определяется по формуле

$$V_{\text{В}} = 0,785 d_k^2 \times L, \quad (8)$$

где $V_{\text{В}}$ – объем воды после проведения ОКЦ и АКЦ, м³; d_k – внутренний диаметр колонны, м; L – длина колонны, м, заполненная водой при проведении АКЦ, численно равная: для кондуктора и технических колонн – 200 м; для эксплуатационной

колонны – всей ее длине; в колоннах–хвостовиках принимается по проекту.

4.9. Объем буферной жидкости с зонами смешения $V_{БЖ}$ равен 12 м.

4.10. Объем кека, образующегося в результате осветления БСВ при бурении i -го интервала, определяется по формуле

$$V_{кеки} = 0,2 \times V_{БСВ_i}, \quad (9)$$

где $V_{кеки}$ – объем кека, м³; 0,2 – коэффициент, определяющий долю объема кека в объеме БСВ_{*i*} (определен из опыта работы).

Пример расчета объемов отходов бурения, образующихся при разных технологиях строительства скважин, приведен в таблице 1.

5 Порядок проведения расчета объемов отходов бурения, образующихся при амбарной технологии строительства скважин

5.1. Объем отходов бурения при амбарной технологии строительства скважины складывается из объемов образующегося бурового шлама, отработанного бурового раствора, буровых сточных вод и определяется по формуле:

$$V_{ОБ} = V_{БШ} + V_{ОБР} + V_{БСВ} + V_{В} + V_{БЖ}, \quad (10)$$

где $V_{ОБ}$ – объем отходов бурения, м³; $V_{БШ}$ – объем бурового шлама, м³; $V_{ОБР}$ – объем отработанного бурового раствора, м³; $V_{БСВ}$ – объем буровых сточных вод, м³; $V_{В}$ – объем воды после проведения АКЦ, м³; $V_{БЖ}$ – объем буферной жидкости с зонами смешения, м³.

5.2. Рабочим проектом на строительство скважины должны предусматриваться пресный и соленый амбары для отдельного захоронения отходов бурения.

6. Порядок проведения расчета объемов отходов бурения, образующихся при безамбарной технологии строительства скважин

6.1. При безамбарной технологии строительства скважины производится отдельный сбор отходов бурения, которые вывозятся с территории буровой для утилизации (повторного использования) или захоронения.

6.2. После прохождения БСВ через КФУ образуется осветленная вода и кек. Весь объем воды утилизируется на нужды буровой и не учитывается как отход бурения для сброса на рельеф местности или в водные объекты.

6.3. Объем отходов бурения (пресных и соленых) при безамбарной технологии, который необходимо вывезти с территории буровой, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{ОБ}} = V_{\text{БШ}} + V_{\text{ОБР}} + V_{\text{кекБСВ}} + V_{\text{В}} + V_{\text{БЖ}}, \quad (11)$$

где $V_{\text{кекБСВ}}$ – объем кека, образующегося при осветлении БСВ в результате осаждения твердой фазы центрифугой КФУ (МКФУ), м³.

6.4. Объем бурового шлама (общий), образующийся при бурении i -го интервала и предназначенный для вывоза с территории буровой для захоронения, рассчитывается по формуле

$$V_{\text{БШ}i0} = V_{\text{БШ}i} + V_{\text{кекБСВ}i}, \quad (12)$$

где $V_{\text{БШ}i0}$ – объем бурового шлама (общий), образующийся при бурении i -го интервала, м³.

7. Порядок проведения расчета объемов отходов бурения, образующихся при малоамбарной технологии строительства скважин

7.1. При малоамбарной технологии строительства скважины в процессе бурения надсолевого комплекса осветление БСВ с помощью КФУ не производится, поэтому кек не образуется.

7.2. Объемы пресных ОБ рассчитываются по амбарной технологии строительства скважины.

7.3. Объемы соленых ОБ рассчитываются по безамбарной технологии строительства скважины.

7.4. Рабочим проектом на строительство скважины должен предусматриваться пресный амбар для захоронения пресных отходов бурения объемом, включающим расчетное количество пресных БШ, ОБР, БСВ, БЖ и воды для проведения АКЦ.

7.5. Соленый буровой шлам (общий, т. е. с кеком) хоронится в ОПХ.

7.6. Соленые ОБР и БСВ утилизируются, т.е. вывозятся на растворный узел для регенерации и повторного использования.

8. Результаты расчетов представить в табличном виде (таблица 1).

9. Пример расчета объемов отходов бурения с исходными данными варианта 0 представлен в таблице 2.

10. Исходные данные представлены в таблице 1А, номер варианта выбирается по варианту согласно зачетно-экзаменационной ведомости).

Таблица 1

Итоговая таблица расчета объемов отходов бурения

Пункт методики	Параметры	Бурение под колонну					Итого	Приложения
		кондуктор	1 технич.	2 технич.	хвостовик	эксплуат.		
	Интервал бурения, м							
	Проходка в интервале, H_i , м							
	Диаметр долота, D_i , м	0,490	0,394	0,295	0,216	0,165		
	Внутр. диам. предыдущ. колонны, D_K , м	0	0,404	0,303	0,222	0,172		
	Длина предыдущей колонны, L , м							H_i хвостовика+100м на перекрытие колонны хвостовиком
	Коэффициент кавернозности, k_i	1,25	1,25	1,3	1,25	1,15		
	Коэффициент разуплотнения, $k_{\text{п}}$	2	1,5	1,5	1,5	1,5		
	Норма расхода бурового раствора на 1 м бурения (СНИП, м ³ /м), N_i	0.92	0.6	0.32	0.17	0.11		
	Степень очистки, C_o	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
4.1	Объем выбуренной породы, м ³ $V_{\text{ВП}i} = V_i = 0,785 \times D_i^2 \times H_i \times k_i$							
4.2	Исходный объем для бурения интервала, м ³ , $V_{\text{исхБР}i} = 120 + V_{\text{БРске}} = 120 + 0,785 D_K^2 \times L$							H_i хвостовика+100м на перекрытие колонны хвостовиком
4.3	Объем бурового раствора на бурение интервала общий, м ³ , $V_{\text{БР}i} = 0,55 \times N_i \times H_i + V_{\text{исхБР}i}$							
4.6	Объем ОБР, м ³ , $V_{\text{ОБР}i} = V_{\text{БР}i} - V_{\text{исхБР}(i+1)} - V_{\text{БРШ}i}$ (если раствор не меняется)							Тип раствора поменяли при бурении под

	$V_{OBRi} = V_{BPI} - V_{BRPI}$ (если раствор полностью меняется)							хвостовик и эксплуатационную колонну
4.4	Объем бурового шлама, м ³ , $V_{BPI} = 0,785D_i^2 \times H_i \times k_i \times K_n \times C_0$							
4.5	Объем бурового раствора в шламе, м ³ , $V_{BRPI} = V_{BPI} - 0,8V_{BPI}$							
4.7	Объем БСВ, м ³ , $V_{BCVi} = 6V_{OBRi}/12 = 0,5V_{OBRi}$							
4.9	Объем буферной жидкости с зонами смешения, м ³ , $V_{БЖ}$	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	60,0	
4.10	Объем кека, м ³ , $V_{KEKi} = 0,2 \times V_{BCVi}$							
5.1	Объем отходов бурения всего по амбарному способу бурения, м ³ , $V_{OB} = V_{BPI} + V_{OBR} + V_{BCV} + V_{БЖ}$							
6.3	Объем отходов бурения всего по безамбарному способу бурения, м ³ , $V_{OB} = V_{BPI} + V_{OBR} + V_{кекБСВ} + V_{БЖ}$							

Таблица 2

Пример расчета объемов отходов бурения

Пункт методики	Параметры	Бурение под колонну					Итого	Приложения
		кондуктор	1 технич.	2 технич.	хвостовик	эксплуат.		
	Интервал бурения, м	0-170	170-1675	1675-3500	3500-5125	5125-5720		
	Проходка в интервале, H_i , м	170	1505	1825	1625	595		
	Диаметр долота, D_i , м	0,490	0,394	0,295	0,216	0,165		
	Внутр. диам. предыдущ. колонны, D_K , м	0	0,404	0,303	0,222	0,172		
	Длина предыдущей колонны, L , м	0	170	1675	3500	1725		<i>H_i хвостовика +100м на перекрытие колонны хвостовиком</i>
	Коэффициент кавернозности, k_i	1,25	1,25	1,3	1,25	1,15		
	Коэффициент разуплотнения, k_{Π}	2	1,5	1,5	1,5	1,5		
	Норма расхода бурового р-ра на 1 м бурения (СНИП, $\text{м}^3/\text{м}$), N_i	0,92	0,6	0,32	0,17	0,11		
	Степень очистки, C_0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8		
4.1	Объем выбуренной породы, м^3 $V_{ВПi} = V_i = 0,785 \times D_i^2 \times H_i \times k_i$	40,1	229,2	162,1	74,4	14,6	520,4	
4.2	Исходный объем для бурения интервала, м^3 , $V_{исхБРi} = 120 + V_{БРсв} = 120 + 0,785 D_K^2 \times L$	120,0	141,8	241,1	255,2	157,7		<i>H_i хвостовика +100м на перекрытие колонны хвостовиком</i>
4.3	Объем бурового раствора на бурение интервала общий, м^3 , $V_{БРi} = 0,55 \times N_i \times H_i + V_{исхБРi}$	206,0	638,4	526,3	407,1	193,7		
4.4	Объем бурового шлама, м^3 , $V_{БШi} = 0,785 D_i^2 \times H_i \times k_i \times K_n \times C_0$	64,1	275,1	194,5	89,3	17,5	640,5	

4.5	Объем бурового раствора в шламе, м ³ , $V_{БРШi} = V_{БШi} - 0,8V_{ВПi}$	32,0	91,7	64,8	29,8	5,8	224,2	
4.6	Объем ОБР, м ³ , $V_{ОБРi} = V_{БРi} - V_{исхБР(i+1)} - V_{БРШi}$ (если раствор не меняется) $V_{ОБРi} = V_{БРi} - V_{БРШi}$ (если раствор полностью меняется)	32,2	305,7	242,3	377,3	187,9	1145,4	Тип раствора поменяли при бурении под хвостовик и эксплуатационную колонну
4.7	Объем БСВ, м ³ $V_{БСВ} = 0,5V_{ОБР}$	16,1	152,8	121,1	188,7	93,9	572,7	
4.9	Объем буферной жидкости с зонами смешения, м ³ , $V_{БЖ}$	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	60,0	
4.10	Объем кека, м ³ , $V_{КЕКi} = 0,2 \times V_{БСВи}$	3,2	30,6	24,2	37,7	18,8	114,5	
5.1	Объем отходов бурения всего по амбарному способу бурения, м ³ , $V_{ОБ} = V_{БШ} + V_{ОБР} + V_{БСВ} + V_{БЖ}$	124,4	745,6	569,9	667,3	311,4	2418,5	
6.3	Объем отходов бурения всего по безамбарному способу бурения, м ³ , $V_{ОБ} = V_{БШ} + V_{ОБР} + V_{кекБСВ} + V_{БЖ}$	111,5	623,3	473,0	516,4	236,2	1960,4	

Варианты конструкций скважин для проведения расчета

№п/п	Интервал бурения				
	кондуктор	1 техническа я	2 техническа я	хвостовик	эксплуата- ционная
0	0-170	170-1675	1675-3500	3500-5125	5125-5720
1	0-140	140-1500	1500-2900	2900-3800	3800-4000
2	0-145	145-1510	1510-3000	3000-3850	3850-4200
3	0-153	153-1520	1520-3010	3010-3740	3740-4300
4	0-160	160-1470	1470-2780	2780-3300	3300-4050
5	0-200	200-1365	1365-2640	2640-3085	3085-4410
6	0-180	180-1560	1560-2650	2650-4150	4150-4275
7	0-190	190-1590	1590-2350	2350-3000	3000-3478
8	0-138	138-1620	1620-2600	2600-3540	3540-3700
9	0-170	170-1390	1390-2490	2490-2900	2900-3155
10	0-138	138-1620	1620-2110	2110-3000	3000-3440
11	0-250	250-1770	1770-2700	2700-3890	3890-4500
12	0-245	245-1350	1350-1990	1990-2580	2580-2900
13	0-186	186-2000	2000-3010	3010-3580	3580-4000
14	0-170	170-2000	2000-2880	2880-3440	3440-3960
15	0-147	147-950	950-2020	2020-3100	3100-3570
16	0-177	177-1739	1739-1805	1805-2600	2600-3220
17	0-236	236-2450	2450-3200	3200-3600	3600-3870
18	0-220	220-2335	2335-3000	3000-3330	3330-3500
19	0-190	190-1580	1580-2440	2440-3010	3010-3770
20	0-155	155-1820	1820-2690	2690-3330	3330-3540
21	0-160	160-1830	1830-2800	2800-3500	3500-4000
22	0-185	185-1900	1900-2670	2670-3100	3100-3560
23	0-188	188-1555	1555-2500	2500-3330	3330-3650
24	0-150	150-1440	1440-2005	2005-2700	2700-3000
25	0-175	175-1200	1200-2000	2000-2400	2400-2650
26	0-177	177-1600	1600-2030	2030-2600	2600-2690
27	0-180	180-1760	1760-2850	2850-4150	4150-4440
28	0-145	145-1550	1550-3000	3000-3850	3850-4500
29	0-180	180-1760	1760-2850	2850-4150	4150-4440
30	0-138	138-1630	1630-2700	2700-3630	3630-3800

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**
Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого»

**Кафедра: «Нефтегазозаготовка и
гидропневмоавтоматика»**

**Курсовая работа
по дисциплине «Буровые и тампонажные растворы»**

Тема:

***Пример: Буровые растворы для вскрытия
продуктивных пластов***

Выполнил студент
группы НР-31 *подпись*
Проверил

Ф.И.О.
Ф.И.О.

*Примечание: При повторном представлении
исправленной работы, ранее сделанные замечания
преподавателя должны быть сохранены*

Гомель 2020

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Первый опыт технологии безамбарного строительства скважин в Беларуси. Поиски и освоение нефтяных ресурсов Республики Беларусь : сб. науч. тр. / Л. К. Бруй [и др.]– Вып. 7. – Гомель: БелНИПИнефть, 2009.
2. Бруй, Л. К. К вопросу снижения отходов бурения при безамбарной технологии строительства скважин / Л. К. Бруй, К. Г. Паскару, А. И. Пахольчук. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – М. – 2009 – № 6.
3. Жуховицкий, С. Ю. Промывочные жидкости в бурении / С. Ю. Жуховицкий. – М. : Недра, 1976.
4. Городнов, В. Д. Буровые растворы / В. Д. Городнов. – М. : Недра, 1985.
5. Рязанов, Я. А. Энциклопедия по буровым растворам. – Оренбург : Летопись, 2005.
6. Булатов, А. И. Буровые промывочные и тампонажные растворы : учеб. пособие для вузов / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, Ю. М. Проселков. – М. : Недра, 1999.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Общие требования к курсовой работе.....	5
1.1 Задачи курсовой работы.....	5
1.2 Общие положения.....	5
1.3 Требования к структуре и содержанию пояснительной записки.....	5
2 Требования к оформлению пояснительной записки.....	8
3 Последовательность разработки и защиты курсовой работы.....	9
4 Теоретическая часть курсовой работы.....	11
5 Практическая часть курсовой работы.....	19
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	34

Атвиновская Татьяна Владимировна

**БУРОВЫЕ
И ТАМПОНАЖНЫЕ РАСТВОРЫ**

**Учебно-методическое пособие
по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 1-51 02 02
«Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений»
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 24.02.21.

Пер. № 3Е.

<http://www.gstu.by>