

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому
комплексу С.А. Упоров



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

2.1.1 ИСТОРИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ

Направление подготовки

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Форма обучения: очная, заочная

Автор: Луньков А.С., к.и.н.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 43D659E81F59110FB2CEBF5795FF2768
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 20.08.2025 до 13.11.2026

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	5
Подготовка и написание контрольной работы	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта)	
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	7
Подготовка к зачёту	7
Подготовка к экзамену.....	8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа аспирантов – это разнообразные виды деятельности аспирантов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы аспирантов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того, самостоятельная работа направлена на обучение аспиранта осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется аспирантами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует аспирантам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные аспирантами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА

Основные формы организации самостоятельной работы аспирантов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности аспирантов;
- необходимость упорядочения нагрузки аспирантов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы аспирантов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы аспирантов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами аспирантов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений аспирантов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа аспиранта во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа аспиранта включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому
комплексу _____

УТВЕРЖДАЮ

С.А. Упоров



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

2.1.2 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Направление подготовки

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Удачина Н. А. ст. преподаватель, Юсупова Л.Г., к.п.н., доцент

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	5
Подготовка и написание контрольной работы	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) Ошибка! Закладка не определена.	
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	7
Подготовка к зачёту	7
Подготовка к экзамену.....	8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа аспирантов – это разнообразные виды деятельности аспирантов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы аспирантов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того, самостоятельная работа направлена на обучение аспиранта осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется аспирантами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует аспирантам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные аспирантами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА

Основные формы организации самостоятельной работы аспирантов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности аспирантов;
- необходимость упорядочения нагрузки аспирантов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы аспирантов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы аспирантов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами аспирантов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений аспирантов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа аспиранта во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа аспиранта включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому
комплексу С.А.Упоров

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ**

2.1.4 МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Направление подготовки

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

форма обучения: очная, заочная

Автор: Луньков А.С., к.и.н.

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ	4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса	4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	5
Подготовка и написание контрольной работы.....	6
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы (проекта) Ошибка! Закладка не определена.	
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	7
Подготовка к зачёту	7
Подготовка к экзамену.....	8

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа аспирантов – это разнообразные виды деятельности аспирантов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы аспирантов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где аспирантам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того самостоятельная работа направлена на обучение аспиранта осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений аспирантов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности аспирантов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа аспирантов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется аспирантами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует аспирантам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные аспирантами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА

Основные формы организации самостоятельной работы аспирантов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности аспирантов;
- необходимость упорядочения нагрузки аспирантов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам;
- подготовка к контрольной работе, написание контрольной работы;
- выполнение и написание курсовой работы (проекта);

для подготовки ко всем видам промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту;
- подготовка к экзамену.

Особенностью организации самостоятельной работы аспирантов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы аспирантов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами аспирантов как online, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений аспирантов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита контрольных и курсовых работ (проектов), защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы аспирантов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи экзамена / зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа аспиранта во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:

для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам

Практические занятия по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На практических занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, осваиваются методики и алгоритмы решения типовых задач по образцу и вариантных задач, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к практическим занятиям:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;

- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Лабораторные занятия по дисциплине выступают средством формирования у аспирантов навыков работы с использованием лабораторного оборудования, планирования и выполнения экспериментов, оформления отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к лабораторным занятиям:

для овладения знаниями:

- изучение методик работы с использованием различных видов и типов лабораторного оборудования;
- изучение правил безопасной эксплуатации лабораторного оборудования;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана проведения эксперимента;
- составление отчётной документации по результатам экспериментирования;
- аналитическая обработка результатов экспериментов.

для формирования навыков и умений:

- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению лабораторных работ.

Подготовка и написание контрольной работы

Контрольная работа – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Контрольная работа является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта, направленные на подготовку к контрольной работе:

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

для формирования навыков и умений:

- решение задач по образцу и вариативных задач;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- оформление отчётной документации по выполнению контрольной работы.

Контрольная работа может быть выполнена в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией – это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа аспиранта включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

для формирования навыков и умений:

- публичное выступление;
- выполнение рисунков, схем, эскизов оборудования;
- рефлексивный анализ профессиональных умений.

Варианты контрольных работ и темы докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту контрольной работы (доклад с презентацией).

Тест – это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте, продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена.

Билет на экзамен включает в себя теоретические вопросы и практико-ориентированные задания.

Теоретический вопрос – индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся.

Практико-ориентированное задание – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по определенной теме.

При самостоятельной подготовке к экзамену студенту необходимо:

- получить перечень теоретических вопросов к экзамену;
- проработать пройденный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине, при необходимости изучить дополнительные источники;
- составить планы и тезисы ответов на вопросы;
- проработать все типы практико-ориентированных заданий;
- составить алгоритм решения основных типов задач;
- выяснить условия проведения экзамена: количество теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий в экзаменационном билете, продолжительность и форму проведения экзамена (устный или письменный), систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с экзаменационным билетом, нужно внимательно прочитать теоретические вопросы и условия практико-ориентированного задания;
- при условии проведения устного экзамена составить план и тезисы ответов на теоретические вопросы, кратко изложить ход решения практико-ориентированного задания;
- при условии проведения письменного экзамена дать полные письменные ответы на теоретические вопросы; изложить ход решения практико-ориентированного задания с численным расчётом искомых величин.

ЗАКАНЧИВАНИЕ СКВАЖИН

Ю.М. Басарыгин, А.И. Булатов,
Ю.М. Проселков

Оглавление

Предисловие	3
ГЛАВА 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН	5
1.1. Элементы нефтепромысловой геологии и физики пласта	5
1.2. Геофизические методы исследования скважин	14
1.3. Основные сведения по теории фильтрации	56
ГЛАВА 2. ВСКРЫТИЕ И РАЗБУРИВАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАС-	
ТОВ	70
2.1. Разбуривание продуктивного пласта	70
2.2. Технологические факторы, обеспечивающие бурение и вскрытие	
продуктивного пласта	72
2.3. Изменение гидродинамического давления на стенки скважин при	
их бурении и заканчивании	74
2.4. Изменение проницаемости призабойной зоны пласта. Буровые рас-	
творы для заканчивания скважин	79
2.5. Горизонтальное бурение	115

Предисловие

Конечная цель сооружения нефтяных и газовых скважин – достижение залежей углеводородов в земных недрах и получения их промышленного притока.

Все предусмотренные проектным заданием работы на завершающем этапе бурения объединяют единым термином “заканчивание скважин”. Поэтому под заканчиванием скважин будем понимать комплекс технологических процессов от начала вскрытия продуктивных пластов бурением до окончания их освоения как промышленного объекта.

Этот комплекс включает:

- первичное вскрытие продуктивных пластов посредством бурения ствола;
- испытание пластов в период бурения;
- крепление ствола скважины и разобщение пластов обсадными трубами и тампонажными материалами;
- создание фильтра между продуктивными пластами и скважиной;
- вторичное вскрытие продуктивных пластов перфорацией;
- вызов притока флюида из продуктивных пластов;
- исследование эксплуатационных характеристик продуктивных пластов.

Эти процессы включают в себя многочисленные операции как систематически применяемые при бурении (спуск-подъем бурильного инструмента, промывка и углубление ствола скважины, регулирование свойств технологических растворов и др.), так и специфические (спуск эксплуатационной колонны, сооружение фильтра, приготовление специальных тампонажных или других технологических растворов, цементирование эксплуатационных колонн, перфорация обсадных труб и цементной оболочки за ними, испытание продуктивных пластов специальными устройствами – пластоиспытателями, уменьшение гидростатического давления столба жидкости в скважине с целью вызова притока пластового флюида и т.д.).

Такое многообразие специальных технологических операций требует особого подхода к изучению круга проблем и вопросов, охватываемых термином “заканчивание скважин”.

Поэтому заканчивание скважин выделено в отдельную профилирующую дисциплину, обязательную для студентов, обучающихся по специальности “Бурение нефтяных и газовых скважин”.

Вопросы заканчивания скважин в той или иной мере освещены в ряде учебников по технологии бурения скважин.

В 1979 г. в издательстве “Недра” вышел учебник Е.М. Соловьева “Заканчивание скважин”, в котором в значительной степени обобщена технология заканчивания нефтяных и газовых скважин. К сожалению, в течение последних 20 лет упомянутый учебник не переработан.

вался и не переиздавался, хотя некоторые материалы устарели и потеряли актуальность, а новые технологические достижения в этой области требуют освещения и анализа.

В связи с этим представляется целесообразным с целью углубления изучения процессов, составляющих заканчивание нефтяных и газовых скважин, с учетом современных достижений науки и практики создать учебное пособие с аналогичным названием, в котором было бы акцентировано внимание студентов на методах оценки качества заканчивания скважин, новых технологических жидкостях и операциях, позволяющих сохранить естественные эксплуатационные характеристики фильтровой зоны системы скважина – пласт, современном оборудовании, используемом при заканчивании скважин, а также на передовом зарубежном опыте в этой области.

Изучению дисциплины “Заканчивание скважин” предшествуют знания, полученные в курсах “Химия”, “Физика”, “Гидромеханика”, “Гидромашины и компрессоры”, “Геология”, “Геофизика”, “Технология бурения скважин”. Параллельно с курсом “Заканчивание скважин” изучаются специальные курсы “Буровые промывочные и тампонажные растворы”, “Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин”.

Поэтому вопросы, рассматриваемые в упомянутых курсах, исключены из учебного пособия “Заканчивание скважин” либо отражены в нем кратко.

Дисциплина “Заканчивание скважин” играет большую роль в формировании специалиста по бурению нефтяных и газовых скважин. Рассматриваемый в указанной дисциплине цикл работ является наиболее ответственным, так как от качества выполнения этих работ в решающей степени зависит функционирование скважины как долго-временного и качественного промышленного объекта.

Проблемы качественного и эффективного вскрытия продуктивных пластов, выбора типов и рецептур буровых растворов и жидкостей для глушения скважин, скоростной проходки горизонтальных стволов по заданной траектории, крепления скважин с использованием тампонажных растворов, не ухудшающих характеристики продуктивных пластов, т.е. весь комплекс проблем по заканчиванию скважин остаются не до конца решенными, хотя за последние годы усовершенствовались техника и технология для заканчивания скважин, созданы новые эффективные материалы, уверенно внедряются научные достижения в производство, сделан шаг вперед по оценке качества скважины как эксплуатационного объекта.

Глава 1

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН

Инженерный подход к заканчиванию скважин основывается на научном описании процессов взаимодействия технических средств с внешней средой, которое невозможно без широкого применения методов математики, механики, физикохимии, геологии, геофизики, статистики и других наук. Без основных сведений ряда научных дисциплин невозможны высококачественное проектирование и реализация процесса строительства скважин, а тем более совершенствование техники и технологии бурения.

1.1. ЭЛЕМЕНТЫ НЕФТЕПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ФИЗИКИ ПЛАСТА

Геологическая информация является основой решения практически всех задач при проектировании и управлении процессами строительства скважин. Характеристики пород и пластовых флюидов, проходимого скважиной разреза во многом обуславливают выбор долот, бурового раствора, методов вскрытия, вызова притока и др.

1.1.1. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ

Нефть и газ аккумулируются в трещинах, порах и пустотах горных пород. Поры пластов малы, но их много, и они занимают объем, иногда достигающий 50 % общего объема пород. Нефть и газ обычно заключены в песчаниках, песках, известняках, конгломератах, которые являются хорошими коллекторами и характеризуются проницаемостью, т.е. способностью пропускать

через себя флюиды. Глины также обладают высокой пористостью, но они недостаточно проницаемы вследствие того, что соединяющие их поры и каналы очень малы, а флюид, находящийся в них, удерживается в неподвижном состоянии капиллярными силами.

Пористость зависит в основном от размера и формы зерен, степени их уплотнения и неоднородности. В идеальном случае (отсортированные однородные по размерам сферические зерна) пористость не зависит от размеров зерен, а определяется их взаимным расположением и может изменяться в пределах 26–48 %. Пористость естественной песчаной породы, как правило, значительно меньше пористости фиктивного грунта, т.е. грунта, составленного из шарообразных частиц одинакового размера.

Песчаники и известняки имеют еще более низкую пористость из-за наличия цементирующего материала. Наибольшая пористость в естественном грунте присуща пескам и глинам, причем она возрастает (в отличие от фиктивного грунта) с уменьшением размера зерен породы, так как в этом случае их форма становится все более неправильной, а следовательно, и упаковка зерен – менее плотной. Ниже приведена пористость (в %) для некоторых пород.

Глинистые сланцы	0,5–1,4
Глины	6–47
Пески	6–47
Песчаники	3,5–29
Известняки и доломиты.....	0,5–33

С увеличением глубины вследствие повышения давления пористость горных пород обычно снижается. Пористость коллекторов, на которые бурят эксплуатационные скважины, изменяется в следующих пределах (в %).

Пески.....	20–25
Песчаники	10–30
Карбонатные породы	10–20

Карбонатные породы характеризуются обычно наличием трещин различных размеров и оцениваются коэффициентом трещиноватости.

Одна из характеристик горных пород – гранулометрический состав, от которого во многом зависят другие физические свойства. Под этим термином понимается количественное содержание в породе разных по размеру зерен (в % для каждой фракции). Гранулометрический состав сцементированных пород определяется после их предварительного разрушения. Гранулометрический состав горных пород в известной мере характери-

зует их проницаемость, пористость, удельную поверхность, капиллярные свойства, а также количество остающейся в пласте нефти в виде пленок, покрывающих поверхность зерен. Гранулометрическим составом руководствуются в процессе эксплуатации скважин при подборе фильтров, предотвращающих поступление песка, и т.д. Размер зерен большинства нефтеносных пород колеблется от 0,01 до 0,1 мм. Однако обычно при изучении гранулометрического состава горных пород выделяют следующие размерные категории (в мм):

Галька, щебень	> 10
Гравий	10–2
Песок:	
грубый	2–1
крупный	1–0,5
средний	0,5–0,25
мелкий	0,25–0,1
Алеврит:	
мелкий	0,1–0,05
крупный	0,05–0,01
Глинистые частицы	< 0,01

Частицы размером примерно до 0,05 мм и их количество (в %) устанавливают методом просева на наборе сит соответствующего размера с последующим взвешиванием остатков на ситах и отношением их к первоначальной пробе. Содержание более мелких частиц определяется методами седиментации.

Неоднородность пород по механическому составу характеризуется коэффициентом неоднородности k_n – отношением диаметра частиц фракции, которая составляет со всеми более мелкими фракциями 60 % по массе от всей массы песка, к диаметру частиц фракции, составляющей со всеми более мелкими фракциями 10 % по массе от всей массы песка (d_{60}/d_{10}). Для “абсолютно” однородного песка, все зерна которого одинаковы, коэффициент неоднородности $k_n = d_{60}/d_{10} = 1$; k_n для пород нефтяных месторождений колеблется в пределах 1,1–20.

Способность горных пород пропускать через себя жидкости и газы называется проницаемостью. Все горные породы в той или иной степени проницаемы. Но при определенных перепадах давления одни породы непроницаемы, другие проницаемы. Все зависит от создаваемого перепада давления размеров сообщающихся пор и каналов в породе (чем меньше поры и каналы в горных породах, тем ниже их проницаемость). Обычно проницаемость в перпендикулярном к напластованию направлении меньше его проницаемости вдоль напластования.

Поровые каналы бывают сверхкапиллярными, капиллярными и субкапиллярными. В сверхкапиллярных каналах, диаметр которых более 0,5 мм, жидкости движутся по законам ги-

давлики. В капиллярных каналах диаметром от 0,5 до 0,0002 мм при движении жидкостей существенно проявляются поверхностные силы (поверхностное натяжение, капиллярные силы прилипания, сцепления и т.д.), которые создают дополнительные сопротивления движению жидкости в пласте. В субкапиллярных каналах, имеющих диаметр менее 0,0002 мм, поверхностные силы настолько велики, что движения в них жидкости практически не происходит. Нефтяные и газовые горизонты в основном имеют капиллярные каналы, глинистые – субкапиллярные.

Между пористостью и проницаемостью горных пород прямой зависимости нет. Песчаные пласты могут иметь пористость 10–12 %, но быть высокопроницаемыми, а глинистые при пористости до 50 % – оставаться практически непроницаемыми.

Для одной и той же породы проницаемость будет изменяться в зависимости от количественного и качественного состава подвижных фаз, так как по ней могут двигаться вода, нефть, газ или их смеси. Поэтому для оценки проницаемости нефтесодержащих пород приняты понятия: абсолютная (физическая), эффективная (фазовая) и относительная проницаемость.

Абсолютная (физическая) проницаемость определяется при движении в горной породе одной фазы (газа или однородной жидкости при отсутствии физико-химического взаимодействия их с пористой средой и при полном заполнении ими пор породы).

Эффективная (фазовая) проницаемость – это проницаемость пористой среды для данного газа или жидкости при содержании в порах другой жидкой или газообразной фазы. Фазовая проницаемость зависит от физических свойств породы и степени насыщенности ее жидкостью или газом.

Относительная проницаемость – отношение эффективной проницаемости к физической.

Значительная часть коллекторов неоднородна по текстуре, минералогическому составу и физическим свойствам по вертикали и горизонтали. Иногда обнаруживаются существенные различия физических свойств на небольших расстояниях.

В естественных условиях, т.е. в условиях действия давлений и температур, проницаемость кернов иная, чем в атмосферных условиях, часто она необратима при создании в лаборатории пластовых условий.

Иногда емкость коллектора и промышленные запасы нефти и газа в пласте определяются объемом трещин. Эти залежи приурочены, главным образом, к карбонатным породам, а иногда – к терригенным.

Обычно строгой закономерности в распределении систем трещиноватости по элементам структур, к которым приурочены нефте- и газосодержащие залежи, не наблюдается.

Коэффициент проницаемости для трещинных коллекторов

$$k_{\tau} = 85\,000b^2 m_{\tau},$$

где b – раскрытость трещины; m_{τ} – трещинная пористость в долях единицы.

Для определения трещинной пористости применяют методы изучения шлифов, измерения объема трещин путем насыщения керна жидкостями и др.

При эксплуатации нефтяных и газовых месторождений в породе обычно присутствуют две или три фазы одновременно. В этом случае проницаемость породы для какой-нибудь одной фазы всегда меньше ее абсолютной проницаемости. С увеличением содержания воды в пласте проницаемость его для нефти снижается, и при водонасыщенности, составляющей примерно 80 %, движение нефти прекращается.

Под удельной поверхностью частиц породы понимают суммарную площадь поверхности частиц в единице объема породы. При плотной укладке мелких частиц породы их удельная поверхность достигает больших значений. Действие молекулярных сил, адсорбционная способность пород и наличие связанной воды зависят от удельной поверхности смачивания горных пород жидкостью при наличии огромного количества капиллярных и субкапиллярных пор и каналов в пласте.

Представление о размерах площади поверхности каналов и пор можно составить по площади поверхности фиктивного грунта в единице объема. Если в 1 м^3 породы принять n – число песчинок, f – площадь поверхности одной песчинки, V – объем песчинки, m – пористость, d – диаметр песчинки, то будем иметь

$$f = \pi d^2; V = \pi d^3 / 6; n = (1 - m) / V.$$

Тогда суммарная площадь поверхностей песчинок в 1 м^3 горной породы

$$S = nf = \frac{(1 - m)}{V} \pi d^2 = \frac{6(1 - m)\pi d^2}{\pi d^3} = \frac{6(1 - m)}{d}.$$

При $m = 0,2$, $d = 0,1$ мм суммарная площадь $S = 48\,000\text{ м}^2/\text{м}^3$.

При диаметре песчинок менее 0,1 мм значение S будет стремительно возрастать; тогда количество нефти, только смачивающей эту поверхность, составит весьма существенный объем.

Эта нефть без дополнительных воздействий на пласт не извлекается.

Удельная поверхность имеющих промышленное значение нефтегазосодержащих пород колеблется в пределах от 40 000 до 230 000 м²/м³.

Для оценки удельной поверхности частиц существуют различные методы, большая часть которых основана на прохождении замераемого объема воздуха через образец соответствующих размеров при некотором (фиксированном) перепаде давления в течение времени, которое подлежит определению.

Для практических целей удельная поверхность (в м²/м³) нефтесодержащих пород может быть оценена по формуле

$$S_1 = 7 \cdot 10^5 m \sqrt{m} / \sqrt{k}, \quad (1.1)$$

где m – пористость, доли единицы; k – коэффициент проницаемости, мкм².

Наибольшее значение из механических свойств горных пород для бурения имеют твердость, прочность (пределы прочности на сжатие, изгиб, разрыв, скол, сдвиг и др.), упругость, пластичность, хрупкость.

Горные породы, имеющие указанные свойства, сопротивляются внедрению в них разрушающего инструмента и разрушению; пластичность глин и солей объясняет “вытекание” их в скважину; недостаточная прочность скелета пласта приводит к его гидроразрыву, разрушению потока и т.д. Пластические свойства горных пород еще недостаточно изучены, однако механика разрушения горных пород уже обладает некоторыми закономерностями, позволяющими их учитывать, что весьма важно при заканчивании скважин и их последующей эксплуатации.

Упругие свойства (в соответствии с законом Гука) оцениваются коэффициентом объемной упругости пористой среды (в 1/Па):

$$\beta = \Delta V_{\text{пор}} / (V_0 \Delta p), \quad (1.2)$$

где $\Delta V_{\text{пор}}$ – изменение объема пор зерна при изменении давления на Δp ; V_0 – объем зерна.

Этот коэффициент характеризует относительное (по отношению ко всему выделенному элементу объема пласта) изменение объема порового пространства при изменении давления на 1 МПа. Для нефтесодержащих пластов значение β изменяется в пределах $(0,1 \div 2) \cdot 10^{-4}$ 1/МПа, т.е. на каждый 0,1 МПа умень-

шения давления объем пор в породе изменяется в пределах $1/330\,000 - 1/50\,000$ своего первоначального значения.

Одна из важнейших геологических характеристик – пластовое давление, создаваемое в порах породы пласта водой, нефтью или газом. Оно называется также внутрипластовым давлением.

Имеются залежи, где давление флюидов превышает обычное (близкое к гидростатическому) в 1,3 – 1,6 раза и даже достигает горного давления. Такое давление называют аномально высоким пластовым давлением (АВПД). В случае АВПД жидкость или газ в поровом пространстве пород пласта находится частично под действием горного давления. На АВПД оказывает влияние также повышение температуры окружающих пород. В случае замкнутого резервуара оно может быть очень высоким. Количество нефтяных и газовых залежей с АВПД на глубине до 3500–4000 м сравнительно невелико и не превышает 10–15 %. При дальнейшем увеличении глубины содержание флюидных скоплений с АВПД возрастает. По мере роста глубины залегания абсолютное давление в пласте повышается.

Отношение пластового давления $p_{пл}$ к давлению столба пресной воды p_v на данной глубине принято называть коэффициентом аномальности:

$$a = p_{пл}/p_v. \quad (1.3)$$

Известны пласты с коэффициентом аномальности, равным 1,5–2,0 и выше. Очень часто при бурении скважин встречаются пласты с пониженными давлениями ($a < 1$).

Другая важная характеристика – пластовая температура. С глубиной температура растет, и в среднем этот рост составляет примерно 1° на 33 м. Однако опыт бурения скважин подтверждает существенные отклонения от средних значений. В процессе циркуляции бурового раствора температуры по стволу скважины несколько выравниваются. Температурный фактор весьма важен при выборе буровых и тампонажных растворов, при их химической обработке. Он оказывает влияние на многие технологические процессы при заканчивании скважин.

1.1.2. СОСТАВ ПЛАСТОВЫХ ФЛЮИДОВ И МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Пластовые воды оказывают весьма существенное влияние на качественные и количественные показатели работ при углублении ствола, креплении и цементировании нефтяных и газовых скважин. Пластовые воды – постоянные спутники нефтегазо-

вых месторождений. Они играют большую роль в поисках и разработке залежей углеводородов.

Вода различается по наличию растворенных в ней примесей и солей. По температуре воды делятся на холодные, теплые, горячие и очень горячие. Температура воды существенно влияет на количество содержащихся в ней солей и газов. По положению относительно нефтегазоносных горизонтов пластовую воду относят к краевой, подошвенной воде; она бывает верхней, нижней, погребенной (реликтовой), находящейся непосредственно в нефтяном пласте и остающейся неподвижной при движении нефти. Солевой состав вод в нефтяном пласте неодинаков для всех частей структуры.

При изучении пластовых вод для характеристики их свойств принято определять общую минерализацию воды и ее жесткость, содержание главных шести ионов, pH, плотность, запах, вкус, прозрачность, поверхностное натяжение, а также проводить анализ растворенных газов – бактериологический или микробиологический.

Общая минерализация воды выражается суммой содержащихся в ней химических элементов, их соединений и газов. Она оценивается по сухому (или плотному) остатку, который получается после выпаривания воды при температуре 105–110 °С. По количеству сухого остатка воды разделяются на пресные (содержание солей < 1 г/л), слабосоленые (1–5 г/л), соленые (5–10 г/л), рассолы (≥ 50 г/л).

Главные химические компоненты в подземных водах: хлор-ион Cl^- , сульфат-ион SO_4^{2-} , гидрокарбонатный HCO_3^- и карбонатный CO_3^{2-} ионы, а также ионы щелочных и щелочноземельных металлов и оксидов (натрия Na^+ , кальция Ca^{2+} , магния Mg^{2+}), железа Fe и SiO_2 (в коллоидном состоянии). В воде растворяются азот, кислород, углекислый газ, сероводород и т.д. В настоящее время принятая форма химического анализа воды – ионная. Так как молекулы солей в растворе распадаются на катионы и анионы, те и другие должны находиться в эквивалентных количествах. Для перевода результатов анализа воды, выраженных в ионной форме, в эквивалентную, следует количество каждого найденного элемента (в мг/л) разделить на его эквивалентную массу. Эквиваленты ионов могут быть выражены также в процентах от суммы анионов и катионов, каждая сумма анионов и катионов принимается за 50 или 100 %.

Для подземных вод нефтегазовых месторождений характерно повышенное содержание иода, брома, бора, аммония и вблизи нефтяной залежи – нафтеновых кислот. По химическому

составу это обычно хлоридно-кальциево-натриевые рассолы с общей минерализацией 50 г/л и выше. Воды нефтяных месторождений бывают кислые и щелочные гидрокарбонатно-натриевого и иногда хлоридно-сульфатно-натриевого состава.

При оценке подземных вод (для питания паровых котлов, хозяйственных целей и т.д.) следует обращать внимание на жесткость воды, под которой понимают свойство воды, обусловленное содержанием в ней солей кальция и магния: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaSO_4 , CaCO_3 , CaCl_2 , MgCl_2 . Различают жесткость общую, характеризующуюся присутствием солей Ca и Mg, постоянную, обусловленную содержанием солей Ca и Mg, за исключением бикарбонатов, и временную, определяемую наличием бикарбонатов Ca и Mg. Временная жесткость воды может быть найдена по разности общей и постоянной. Кипяченая вода характеризуется только постоянной жесткостью. По О.А. Алексину, природные воды по жесткости разделяются на следующие типы: очень мягкие, умеренно жесткие, жесткие и очень жесткие.

В связи с большим разнообразием природных вод многими исследователями были предложены различные системы классификации вод на основе тех или иных признаков. Большинство классификаций основано на химическом составе природных вод и количественных соотношениях между отдельными компонентами растворенных в воде веществ. Наиболее интересные классификации предложены В.И. Вернадским, В.А. Александровым, В.А. Сулиным, Пальмером.

В основу классификации пластовых вод, по Пальмеру, положено соотношение в воде количеств ионов щелочных металлов K^+ и Na^+ (a), ионов щелочноземельных металлов Ca^{2+} + Mg^{2+} (b) и анионов сильных кислот Cl^- (d).

В зависимости от преобладания тех или иных ионов в воде Пальмер разделяет все воды на пять классов:

Класс:		
I.....		$d < a$
II.....		$d = a$
III.....		$a < d < a + b$
IV.....		$d = a + b$
V.....		$d > a + b$

Для характеристики качества воды используются шесть показателей: первичная соленость, первичная щелочность, вторичная соленость, вторичная щелочность, третичная соленость, третичная щелочность.

В соответствии с классификацией природных вод по В.А. Сулину, применяемой в нефтегазодобывающей промышленности,

последние подразделяются на четыре генетических типа: I – сульфатно-натриевые; II – гидрокарбонатно-натриевые; III – хлормagneиные; IV – хлор-кальциевые. Принадлежность воды к определенному генетическому типу устанавливают по отношению эквивалентов отдельных ионов.

Согласно классификации природных вод по В.А. Сулину, каждый тип вод подразделяется на группы: А – гидрокарбонатные, В – сульфатные, В – хлоридные. Группы, в свою очередь, подразделяются на классы и подгруппы. Воды относят к определенной группе и подгруппе на основании отношения эквивалентов отдельных ионов.

В большинстве пластовых вод содержатся анионы и мыла нафтеновых и жирных кислот, фенолы и азотсодержащие кислоты.

1.2. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН

Применительно к заканчиванию скважин исследование их геофизическими методами осуществляется в следующих направлениях: изучение геологического разреза скважины; изучение технического состояния скважин; проведение перфорационных, взрывных и прочих работ в скважинах.

Техническое состояние скважин контролируют с помощью комплекса следующих геофизических методов:

- инклинометрия – определение искривления ствола скважин;
- кавернометрия – установление диаметра скважин, размера каверн, расширений и сужений ствола;

- профилеметрия ствола – установление профиля сечения скважины;

- контроль за цементированием скважин – определение высоты подъема тампонажного раствора в заколонном пространстве, полноты заполнения последнего цементным камнем и наличия контакта цементного камня с обсадной колонной и стенкой скважины, наличия и направленности возможных каналов в заколонном пространстве скважины (указанные показатели цементирования определяются термометрией, акустическим и радиоактивными методами);

- профилеметрия обсадных колонн (после их истирания по внутреннему диаметру);

- определение местоположения элементов технологической оснастки на обсадной колонне и мест ее нарушений, мест притоков и поглощений жидкости в скважинах, мест заколонной

циркуляции жидкости, а также результатов гидроразрыва пластов, уровня жидкости в скважинах;

выявление местоположения муфтовых соединений и толщины обсадных колонн, а также зон перфорации;

установление глубины водопоглощающих горизонтов и затем контроль за эффективностью некоторых методов интенсификации добычи нефти и газа и др.

Считается установленным, что между физическими свойствами горных пород (электрическими, радиоактивными, тепловыми, магнитными и газо-, нефте- и водонасыщенностью) существуют количественные связи, которые позволяют применять геофизические методы исследования для изучения коллекторских свойств пород (В.Н. Дахнов).

Краткая характеристика основных геофизических методов изучения скважин показывает, что они имеют существенное значение в развитии работ по заканчиванию скважин и являются их неотъемлемой частью.

1.2.1. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ

Электрический каротаж – это проведение измерений собственных (естественных) потенциалов (ПС) и кажущегося удельного сопротивления (КС) горных пород для изучения геологического разреза скважин. Результаты измерений регистрируются в виде кривых ПС и КС.

Измерение ПС сводится к определению разности собственных (естественных) потенциалов между электродом М, который на кабеле может перемещаться по стволу скважины и электродом N, расположенным вблизи устья скважины на дневной поверхности. Естественные (собственные) потенциалы ПС возникают на границах между скважиной, заполненной буровым раствором, и породой, а также между породами различного литологического состава.

Между электродами М и N возникает электродная разность потенциалов, которая при записи кривой ПС компенсируется введением в цепь разности потенциалов, противоположной по знаку. Потенциалы собственной поляризации пород образуются в результате нескольких физико-химических процессов.

Вследствие растворения солей и других соединений в водной среде происходит диссоциация молекул растворенного вещества. Результат этого процесса – возникновение на контакте двух электролитов различной концентрации (например, пластовой

воды и бурового раствора диффузионной разности потенциалов. Диффузионный потенциал E_d для растворов различных солей различен, так как определяется разной подвижностью диссоциированных ионов.

Известна также диффузионно-адсорбционная (мембранная) электродвижущая сила ЭДС $E_{да}$. Она возникает вследствие “мембранного” эффекта (при разделении двух растворов разной концентрации с помощью мембраны) главным образом в результате участия в диффузии подвижных ионов двойного слоя. Диффузионно-адсорбционную активность породы (порода рассматривается как мембрана) можно определить как способность вызывать повышение ЭДС диффузионно-адсорбционного происхождения $E_{да}$ над диффузионной ЭДС E_d для одной и той же пары растворов.

Известны также фильтрационные потенциалы (или потенциалы течения), которые связаны с процессом фильтрации жидкости из бурового раствора в проницаемые пласты. Этот процесс сопровождается возникновением фильтрационной ЭДС. Фильтрационный потенциал мал и может играть существенную роль лишь при слабой минерализации бурового раствора и значительном перепаде давлений в скважине. Кроме того, в скважинах могут возникать окислительно-восстановительные потенциалы в результате химических реакций, происходящих между телами с электронной проводимостью и электролитами бурового раствора и пластовых вод.

Форма и амплитуда отклонения кривой ПС зависят от ряда факторов: диаметра скважины, мощности пласта, его сопротивления, литологической характеристики, природы бурового раствора, проникновения его в пласт, минерализации пластовых вод и др.

Кривые ПС вместе с диаграммами других методов широко применяют при сопоставлении разрезов скважин и уточнении литологии пород. При этом могут быть выделены глинистые и песчаные пласты в карбонатном разрезе, глинистые разности и т.д. Метод ПС позволяет расчленить (при заканчивании – уточнить) разрез нижней части скважины, выделить тонкодисперсные (глинистые) породы и коллекторы, оценить их пористость, а также определить минерализацию пластовых вод. Данные ПС стоят в ряду основных материалов при промыслово-геофизических исследованиях.

Удельное электрическое сопротивление пород – это электрическое сопротивление объема породы, имеющего форму куба с размерами $1 \times 1 \times 1$ м. Если электрическое сопротивление R проводника выразить в Омах, длину l в метрах и площадь попереч-

ного сечения S в квадратных метрах, то удельное сопротивление

$$\rho = RS/l.$$

Удельное электрическое сопротивление пород изменяется в широких пределах – от долей до сотен тысяч Ом-метров. Удельное сопротивление скелета пород очень высоко (в сухом виде они практически не проводят электрический ток). Ток в породах проводят в основном жидкости с растворенными в них солями, т.е. пластовые воды или фильтрат бурового раствора, насыщающие поры или трещины породы. Проникновение фильтрата бурового раствора способствует снижению или повышению удельного электрического сопротивления. В первом случае сопротивление фильтрата меньше сопротивления пластовой воды, во втором – наоборот, больше.

Удельное электрическое сопротивление пластовых вод определяется концентрацией солей в растворе, их химическим составом и температурой. Оно тем ниже, чем выше концентрация солей в пластовой воде. В пластовых водах, приуроченных к нефтегазовым месторождениям, примерно 70–95 % общего количества растворенных солей составляет хлорид натрия.

С повышением температуры увеличивается подвижность ионов, что обуславливает понижение удельного электрического сопротивления минерализованных пластовых вод.

Удельное электрическое сопротивление гранулярных пород $\rho_{в.п.}$ зависит от количества содержащейся в них воды (определяемого пористостью пород и степенью их заполнения), минерализации пластовой воды и других факторов. Чтобы исключить влияние удельного сопротивления пластовой воды ρ_v , породу, поры которой заполнены водой, характеризуют коэффициентом относительного сопротивления (коротко – относительным сопротивлением), который определяется отношением $R = \rho_{в.п.} / \rho_v$.

В первом приближении R определяется количеством воды в единице объема породы и распределением ее в породе, т.е. R зависит от пористости породы и формы порового пространства. Для чистых (неглинистых) гранулярных пород R выражается с помощью пористости K_n : $R = a / K_n^m$, где a – некоторая постоянная; m – показатель степени пористости, зависящий от характера пород.

Чаще пользуются выражением $R = 1 / K_n^m$, где значения m изменяются от 1,3 (для песков) до 2,2 (для цементированных пород).

Удельное электрическое сопротивление в направлении напластования меньше, чем перпендикулярное к нему.

Относительное сопротивление глинистых пород определяется не только объемным содержанием и удельным электрическим сопротивлением пластовой воды, но и объемным содержанием и формой распределения глинистого материала. Это приводит к несоответствию между ростом удельного электрического сопротивления воды и удельного электрического сопротивления породы (рост удельного электрического сопротивления породы отстает от роста удельного электрического сопротивления насыщающей породу воды). Относительное сопротивление, фиксируемое в этом случае, является кажущимся (R_k). В зависимости между R_k и пористостью K_n требуется внести поправку на глинистость, которая увеличивается с повышением глинистости коллектора и удельного электрического сопротивления пластовой воды. Поправку можно найти по кривой ПС или по данным анализа кернов. Определение исправленного R_n (относительное сопротивление) по данным R_k (кажущееся сопротивление) для оценки пористости глинистых пород – одна из важнейших задач геофизической интерпретации.

Относительное и удельное электрические сопротивления трещиноватых и кавернозных пород (осадочных – известняков, доломитов, ангидритов, гипсов; метаморфических и др.), как правило, высокие; они резко изменяются по площади и разрезу при небольшом изменении литологии и пористости пород.

Удельное электрическое сопротивление пород в значительной степени определяется наличием трещин, особенно, если они заполнены минерализованными водами.

Удельное электрическое сопротивление нефтегазоносных пород определяется содержанием в порах (в %) нефти, газа или воды, а также минерализацией пластовых вод, пористостью породы, структурой порового пространства и т.д. Породы, насыщенные нефтью или газом, имеют повышенное удельное электрическое сопротивление. Породы с одинаковой нефтегазонасыщенностью могут характеризоваться неодинаковыми удельными электрическими сопротивлениями, в то время как породы с различной нефтегазонасыщенностью могут описываться одинаковыми удельными электрическими сопротивлениями. Такое кажущееся несоответствие объясняется тем, что удельное электрическое сопротивление чистых нефтегазоносных пород пропорционально удельному электрическому сопротивлению насыщающей породу пластовой воды.

Влияние указанных факторов может быть полностью или частично исключено, если вместо удельного электрического со-

противления пользоваться отношением удельного электрического сопротивления нефтегазонасного пласта $\rho_{\text{нг}}$ (поры которого заполнены нефтью или газом и минерализованной водой) к удельному электрическому сопротивлению этого же пласта при 100%-ном заполнении его пор водой той же минерализации и при той же температуре. Это отношение называется коэффициентом увеличения сопротивления, показывающим, во сколько раз увеличивается сопротивление водоносного пласта при частичном насыщении объема его пор нефтью или газом:

$$Q = \rho_{\text{нг}} / \rho_{\text{в.п.}}$$

С его помощью можно определить коэффициент нефтегазонасыщенности $K_{\text{нг}}$ пласта:

$$Q = 1 / (1 - K_{\text{нг}})^n,$$

где n изменяется в диапазоне 1,73–4,33.

Метод кажущегося сопротивления при исследовании скважин предусматривает использование различия удельных электрических сопротивлений горных пород, которое изменяется в очень широких пределах.

Кажущиеся электрические сопротивления горных пород измеряют с помощью зондовых устройств (зондов), у которых обычно три электрода находятся в скважине.

Выбор типа зонда определяется конкретной характеристикой объекта исследования: потенциал-зонды целесообразно применять при изучении разрезов, представленных мощными пластами низкого или, наоборот, высокого удельного электрического сопротивления. В случае необходимости изучения разрезов, представленных пластами небольшой мощности, наиболее эффективны градиент-зонды и т.д.

Для установления удельного электрического сопротивления пластов используют боковое электрическое зондирование (БЭЗ) или, что то же самое, боковое каротажное зондирование (БКЗ). Суть его состоит в измерении КС с помощью нескольких (пяти-шести) градиент-зондов (или потенциал-зондов), что в конечном счете позволяет учесть искажающее влияние на КС скважины зоны проникновения фильтра бурового раствора, мощности пласта и вмещающих пород. Этот метод, обычно применяемый в продуктивной части разреза, позволяет уточнить литологическую характеристику пласта, его пористость, проницаемость и газоводонефтенасыщенность.

Метод микрозондирования также используется для измерения КС, но зондами меньших размеров (до 5 см). Метод позволяет изучать разрезы, сложенные пластами весьма малой мощ-

ности, что обеспечивается небольшими размерами зондов и плотным прижатием изолированной пластины с микрозондами к стенке скважины, практически устраняющими влияние бурового раствора и глинистой корки. Наличие фильтрата бурового раствора в приствольной зоне скважины затрудняет получение с помощью микрозондов сведений о характере газоводонефтенасыщенности пласта, однако метод микрозондирования дает возможность получить детальное расчленение разрезов скважин, выделять коллекторы и оценивать их пористость.

Изучение разрезов скважин методом экранированного электрического заземления (боковой каротаж – БК) позволяет детально расчленить разрез по значению КС, изучать литологию, оценивать пористость и проницаемость пород, их газоводонефтенасыщенность. Применение БК наиболее эффективно в “высокоомных” разрезах скважин, сложенных породами с большим электрическим сопротивлением.

С помощью индукционного метода (ИК), основанного на изучении различия в электропроводности пород бесконтактным способом, удастся расчленить разрез скважины и установить удельные сопротивления пластов. Применение ИК наиболее эффективно в “низкоомных” разрезах скважин.

1.2.2. РАДИОАКТИВНЫЙ КАРОТАЖ

В основе радиоактивных методов исследования скважин лежит измерение в скважинах естественного или искусственно вызванного радиоактивного излучения горных пород.

Радиоактивные методы в зависимости от вида изучаемого излучения и способа его создания подразделяются следующим образом.

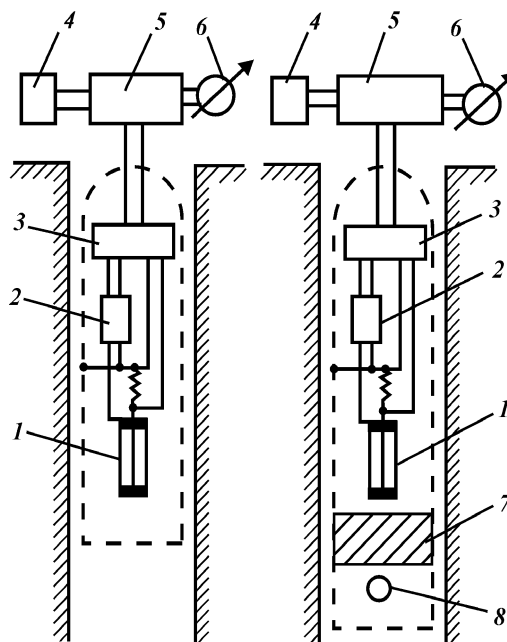
1. Гамма-метод, применяющийся для выделения в разрезе скважин горных пород, обогащенных глинистым материалом.

Этот метод основан на измерении естественного гамма-излучения горных пород. Для этой цели в скважину спускают прибор (рис. 1.1), содержащий разрядный счетчик гамма-квантов 1, который питается от сухой батареи или генератора постоянного тока высокого напряжения 2. В усилителе 3 электрические импульсы, созданные в счетчике при прохождении через него гамма-квантов, усиливаются, передаются на поверхность по каротажному кабелю и регистрируются на поверхности измерительным устройством 6.

2. Метод рассеянного гамма-излучения, или гамма-гамма метод, основан на измерении рассеянного горной породой гам-

Рис. 1.1 Принципиальные схемы измерений гамма-метода (а) и нейтронного гамма-метода (б):

1 – разрядный счетчик; 2 – генератор высокого напряжения; 3 – усилитель; 4 – блок питания всей установки; 5 – измерительный блок; 6 – измерительное устройство; 7 – фильтр; 8 – источник нейтронов



ма-излучения, в качестве источника которого обычно применяют радиоактивный изотоп Co^{60} . Метод применяют при расчленении разреза скважин по плотности пород, оценке коэффициента их пористости и др.

3. Нейтронный гамма-метод (НГК) дает возможность изучать интенсивность вторичного гамма-излучения, создаваемого при облучении горных пород нейтронами. Для осуществления исследований данным методом в приборе (рис. 1.1, б), спускаемом в скважину, на некотором расстоянии от счетчика гамма-излучения помещают источник нейтронов (смесь полония с солью бериллия).

Установлено, что пространственное распределение тепловых нейтронов (энергия которых снижена до энергии теплового движения молекул в результате столкновения с ядрами элементов, слагающих породу) и интенсивность вторичного гамма-излучения в горных породах определяются главным образом их водосодержанием. Весьма активные поглотители тепловых нейтронов в осадочных породах – хлор и бор.

При исследованиях скважин с помощью метода НГК на диаграммах породы-коллекторы, содержащие большое количество

водорода в единице объема, характеризуются низкими аномалиями вторичного гамма-излучения, а плотные, низкопористые породы – высокими. Высокие аномалии наблюдаются и против газоносных коллекторов в связи с низким объемным содержанием водорода в газе. Фильтрат бурового раствора, проникающий в газоносный коллектор, уменьшает этот эффект.

Метод НГК применяют для определения водонефтяного контакта (ВНК) в разрезах скважин (так как в водонасыщенных горизонтах по сравнению с нефтеносными в единице объема имеется большое количество хлора).

4. Нейтронные методы также позволяют расчленять разрез горных пород по содержанию хлора и водорода, выделять коллекторы, оценивать их пористость, нефтегазоводоносность и т.д.

Однако в отличие от нейтронного гамма-метода у нейтронных методов зависимость показаний от водородсодержания горных пород более однозначна в связи с тем, что на результаты исследований не влияет естественное гамма-излучение горных пород. Существенный недостаток метода – большая чувствительность к изменению условий в скважине (изменение толщины глинистой корки, диаметра скважины и др.).

5. Метод радиоактивных изотопов основан на измерении интенсивности гамма-излучения, созданного в скважине после обработки ее жидкостью, активированной радиоактивным изотопом. Выбор изотопов определяется целями и продолжительностью исследований.

В практике с помощью радиоактивных изотопов проводили работы по изучению технического состояния скважин: определение высоты подъема тампонажного раствора за колонкой, установление мест повреждения обсадных и буровых колонн, выявление мест затрубной циркуляции жидкости, контроль за направленностью и эффективностью гидроразрыва пластов, уточнение интервала перфорации и др.

Известны и другие радиоактивные методы геофизических исследований скважин (метод наведенной активности, ядерно-магнитный метод и др.), применяемые в нефтепромысловой практике, в том числе и при заканчивании скважин.

1.2.3. АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД

В основе использования акустического метода исследования скважин лежит зависимость скорости распространения и затухания упругих волн в различных горных породах от сцементированности, пористости, характера насыщения пор горных по-

род, их температуры и давления. Скорость распространения упругих волн в породах характеризуется следующими значениями (в м/с).

Гипсы, ангидриты, кристаллические породы	4500–6500
Каменная соль	4500–5500
Углеводородные газы	430–450
Нефть	1400
Вода, буровой раствор	1500–1700

Глинистые, песчаные и карбонатные породы характеризуются промежуточными скоростями распространения упругих волн. Пористость пород способствует снижению, а их сцементированность – возрастанию скорости распространения упругих волн.

Акустические методы применяют для литологического расчленения разреза пород, проходимых скважиной, оценки их пористости и решения ряда технических вопросов (определение высоты подъема тампонажного раствора за обсадной колонной, состояния контакта цементного камня с колонной и породой, местонахождения башмака колонны и др.).

1.2.4. ГАЗОВЫЙ КАРОТАЖ

Сущность метода состоит в извлечении газа из выходящего из скважины бурового раствора, в установлении количества и природы извлеченного газа и определении глубины, с которой он поступает. Газ из бурового раствора (дегазация) извлекают с помощью дегазаторов.

В процессе газового каротажа непрерывно определяется интегральное содержание углеводородных газов и компонентный состав смеси. В комплекте аппаратуры газового каротажа используются термохимический газоанализатор и хроматограф.

1.2.5. ТЕРМОМЕТРИЯ СКВАЖИН

Термометрические методы позволяют изучать изменение теплового поля Земли в интервалах ствола скважины или (и) продуктивного пласта и регистрировать температурные колебания, значение которых зависит от наличия в скважине бурового раствора с теми или иными параметрами, от тепловыделения при твердении тампонажного раствора, закачки буферных жидкостей, от наличия или отсутствия обсадной или бурильной колонн и т.д. Температуру измеряют электрическими термометрами в диапазоне ее изменения от 0 до 250 °С.

Изучение естественного теплового поля Земли позволяет

кроме установления геотермического градиента выделить в разрезе породы, создающие местные изменения теплового поля Земли, а также решить некоторые технические проблемы (определить высоту подъема тампонажного раствора в заколонном пространстве скважин, зоны поглощения жидкости, утечки и перетоки флюидов и др.).

Разделение горных пород по тепловому сопротивлению дает возможность классифицировать их по физическим свойствам. При помощи градиент-термометра (два спаренно работающих электрических термометра, расположенных на некотором расстоянии друг от друга) возможна регистрация малых (до сотых долей Кельвина) тепловых локальных аномалий.

1.2.6. МЕХАНИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ

Одним из наиболее оперативных источников получения информации о некоторых, весьма важных для технологии бурения скважин, свойствах пород является механическая скорость бурения. При этом наличие датчиков, обеспечивающих контроль за режимно-технологическими параметрами бурения (нагрузка на долото G , частота вращения долота n), а также информация о плотности бурового раствора ($\rho_{б,р}$) и подаче насосов (Q_n) создают предпосылки для оперативного определения порового (или пластового) давления, пористости и давления гидроразрыва пород на базе ряда эмпирических и полуэмпирических формул.

В мировой практике существует ряд методов использования указанной информации:

- для анализа изменения “мгновенных” (на малых интервалах проходки) значений механических скоростей или времени бурения фиксированных интервалов проходки;

- для сопоставления степенного показателя в модели бурения с предполагаемым его значением для бурения нормально уплотненных пород (d -экспонента);

- для анализа изменения составляющей нормирующего коэффициента в модели буримости с его предполагаемым значением при бурении нормально уплотненных пород (σ -log-метод).

Эффективность методов во многом зависит от качества систем сбора и обработки информации, что обеспечивается использованием вычислительной техники и надежных первичных средств с необходимой точностью измерения. Следует отметить, что практика использования перечисленных выше методов показала их эффективность для глинистых отложений.

1.2.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАСТОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КАРОТАЖА

При заканчивании скважин наибольший интерес представляют следующие параметры пластов: пластовое (или поровое) давление, давление гидроразрыва пород, пористость, геостатическое давление, так как они, в свою очередь, позволяют определить такие важные технологические параметры, как плотность бурового раствора, допустимые скорости движения колонн в открытом стволе, типоразмеры колонн и конструкцию скважин и т.п.

Основной моделью определения пластовых (или поровых) давлений является соотношение

$$\text{grad } p_{\text{п}} = \text{grad } p_{\text{гео}} - (\text{grad } p_{\text{гео}} - \text{grad } p_{\text{гидр}}) (F_{\text{ф}}/F_{\text{н}})^A,$$

где $\text{grad } p_{\text{п}}$, $\text{grad } p_{\text{гео}}$, $\text{grad } p_{\text{гидр}}$ – соответственно градиенты порового (или пластового), гидростатического и геостатического давлений; $F_{\text{ф}}$, $F_{\text{н}}$ – характерные свойства пород в интервалах каротажа, соответственно фактически наблюдаемых и предполагаемых для нормальных (гидростатических) условий; A – эмпирический коэффициент, зависящий от физической сущности измеряемого или рассчитываемого свойства породы.

Так, для собственного потенциала (ПС), кажущегося удельного сопротивления горных пород и d -экспоненты $A \approx 1,2$; для механической скорости и времени бурения фиксированных интервалов $A \approx 3$. Приведенные значения для различных геолого-физических условий колеблются в весьма незначительных пределах.

Для давления гидроразрыва пласта $p_{\text{гип}}$ наиболее употребительна в мировой практике формула

$$\text{grad } p_{\text{гип}} = (\text{grad } p_{\text{гео}} - \text{grad } p_{\text{п}}) \frac{\mu}{1 - \mu} + \text{grad } p_{\text{п}},$$

где μ – коэффициент Пуассона для горных пород, который во многом зависит от влажности, пористости и материала последних.

При использовании в качестве характеристики породы d -экспоненты, откорректированное значение последней вычисляется по формуле

$$d_c = \frac{\lg\left(\frac{v}{n} a^p\right) \text{grad } p_{\text{гидр}}}{\lg\left(\frac{G}{D_d}\right) \text{grad } p_{\text{б.п}}},$$

где v – механическая скорость бурения; n – частота вращения долота; G – нагрузка на долото; D_d – диаметр долота; $\text{grad} p_{\text{гидр}}$ – градиент гидростатического давления; $\text{grad} p_{\text{б.р}}$ – градиент давления бурового раствора с учетом гидродинамической составляющей; a и p – коэффициенты, учитывающие соответственно износ и тип долота ($a = 1 \div 8$ и $p = 0,5 \div 0,6$ – для шарошечных долот, $p = 0,2$ – для долот с твердосплавными вставками и $p = 0,01$ – для алмазных долот).

Для гидростатических условий бурения d_n определяют по эмпирической формуле

$$\ln(d_n) = aH + b,$$

где a и b – коэффициенты уравнения регрессии, определенные на некоторых начальных интервалах бурения; H – глубина забоя.

Используя метод d -экспоненты, можно рассчитать пористость по формуле

$$\Pi = \frac{\text{grad} p_{\text{гео}} - 0,98 \text{grad} p_n - 0,02 \text{grad} p_{\text{гидр}}}{\text{grad} p_{\text{гео}} - \text{grad} p_{\text{гидр}}} - 0,98 \left(\frac{d_c}{d_n} \right),$$

где все обозначения приведены выше.

Если в качестве характеристики горной породы (особенно глинистых отложений) используют ее плотность ρ , которая может быть определена по шламу или керновому материалу, то

$$\text{grad} p_n = \text{grad} p_{\text{гео}} - (\text{grad} p_{\text{гео}} - \text{grad} p_{\text{гидр}}) \left(1 - \frac{\rho_n \rho_\phi}{d \ln H} \right),$$

где ρ_ϕ , ρ_n – соответственно фактическая и предполагаемая плотности глины для условий нормального уплотнения на глубине H ; $p_n = a \ln H + b$.

Меньшее распространение получил в практике бурения σ -log-метод, в котором основными соотношениями являются:

$$\sqrt{\sigma_\phi} = \frac{G^{0,5} M^{0,25}}{D_d v^{0,65}} + 0,28(7 - 0,001H);$$

$$\text{grad} p_d = \text{grad} p_{\text{б.р}} + \frac{20(1 - \sqrt{\sigma_\Gamma / \sigma_n})}{n \sqrt{\sigma_\phi / \sigma_n} (2 - \sqrt{\sigma_\Gamma / \sigma_n}) H};$$

$$\sqrt{\sigma_\phi} = aH + b,$$

где σ_ϕ , σ_n – соответственно фактическое и предполагаемое при гидростатических условиях значения параметра σ для глубины H (последнее определяется по уравнению регрессии); G , N , M ,

D_d – соответственно нагрузка на долото, частота вращения, механическая скорость и диаметр долота; n – корректирующий параметр по перепаду давления.

Последний параметр определяется в зависимости от величины

$$\Delta p = (\text{grad } p_{6,p} - \text{grad } p_{\text{гидр}})H$$

в соответствии с приведенными ниже данными:

Δp , МПа ...	1	2	4	10	20	40	60	80	100	200	400	600
$n \cdot 10^4$	115	105	92	78	69	63	59	57	56	52	48	44

Все рассмотренные выше методы имеют недостатки, к главным из которых можно отнести: применимость в основном в глинистых отложениях, необходимость построения линии тренда и ее последующее использование за областью регрессии на значительные интервалы.

Все это приводит к достаточно большим (10–20 %) погрешностям, особенно в переходных зонах, и значительным колебаниям в оценке поровых давлений для перемежающихся пород. Кроме того, для получения физически корректных данных большое значение имеет метод, при помощи которого осуществляется сглаживание $\text{grad } p_n$.

1.2.8. ИНКЛИНОМЕТРИЯ

В процессе бурения скважины отклоняются от вертикали в соответствии с назначением (наклонно направленные) или в результате действия геологических и технико-технологических факторов. Отклонение скважины от вертикально направленной оси называется искривлением. Данные об искривлении скважины необходимы для определения глубины забоя до заданного местоположения, выявления мест резкого искривления с целью предупреждения осложнения при бурении, спуске колонн и проведении геофизических работ. Без данных инклинометрии невозможно определение истинных глубин залегания пластов, их мощности и т.д.

Искривление скважины характеризуется углом искривления и азимутом искривления. Угол наклона ствола скважины определяется между вертикальной осью скважины и фактическим направлением ствола скважины в вертикальной плоскости.

Азимут искривления определяется между направлением на магнитный север и горизонтальной проекцией оси скважины, направленной в сторону увеличения глубины скважины.

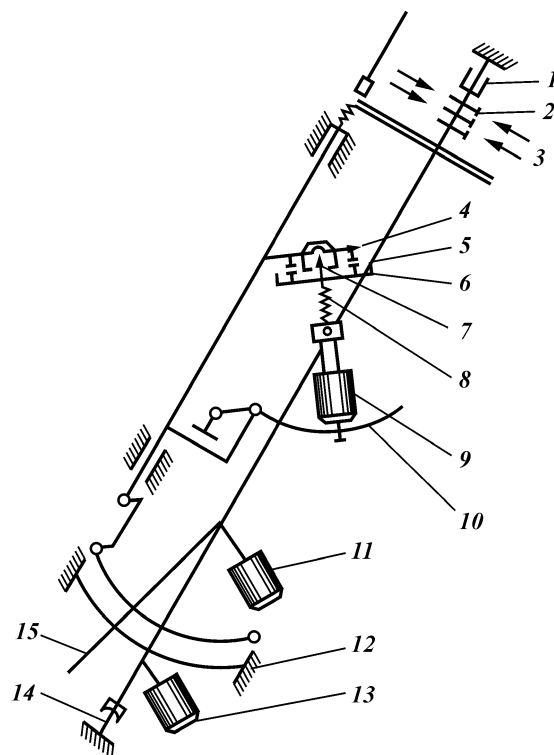


Рис. 1.2. Схема измерительной части инклинометров:
 1 – подшипник; 2 – контактные кольца коллектора; 3 – коллектор; 4 – магнитная стрелка; 5 – азимутальный реохорд; 6 – контактное кольцо; 7 – острие; 8 – пружинные контакты стрелки; 9 – грузик буссоли; 10 – дугообразный рычаг; 11 – отвес; 12 – угловой реохорд; 13 – грузик, ориентирующий рамку; 14 – керн рамки; 15 – стрелка отвеса

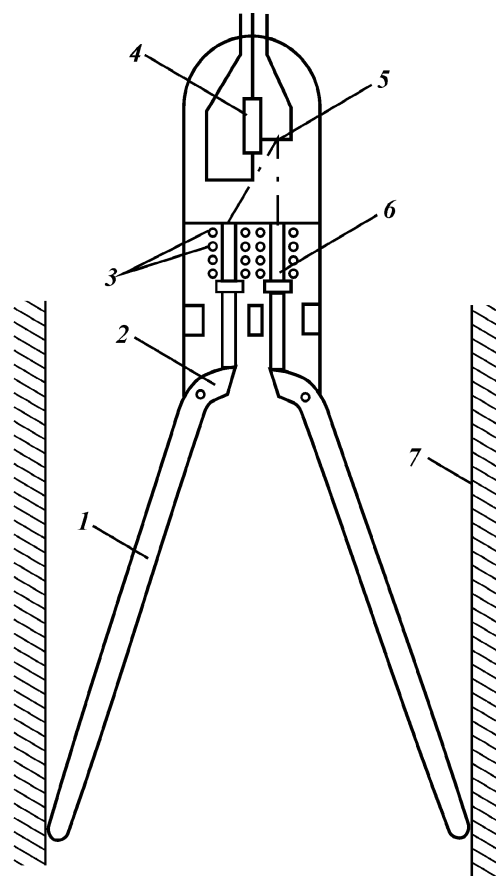
Угол и азимут искривления скважин измеряют инклинометрами с дистанционным электрическим измерением, фотоинклинометрами и гироскопическими инклинометрами (рис. 1.2).

1.2.9. КАВЕРНОМЕТРИЯ

При бурении скважины диаметр ее ствола не бывает равным диаметру долота или коробки. В случае осыпей и обвалов стенок скважин он больше, а при наличии пластических пород и их движении к оси скважины он меньше номинального (диаметра долота или коронки). Диаметр ствола скважины близок к номи-

Рис. 1.3. Конструкция каверномеров типов СКТ и СКО:

1 – рычаг с длинным плечом; 2 – рычаг с коротким плечом; 3 – пружина; 4 – омический датчик; 5 – тросик с ползунком; 6 – шток; 7 – стенка скважины



нальному в крепких плотных породах. Для глинистых пород характерно увеличение диаметра ствола скважины: для проницаемых пород (коллекторов) в связи с образованием глинистой корки диаметр ствола скважины уменьшается.

Фактический диаметр скважины необходимо знать для правильного подсчета объема скважины, объема бурового раствора, объема и высоты подъема тампонажного раствора, выбора места установки муфты ступенчатого цементированния, центраторов, скребков, башмака обсадной колонны, уточнения геологического разреза пород, вскрытых скважиной, и др.

Для определения фактического диаметра ствола скважины применяют каверномеры, при помощи которых записывают

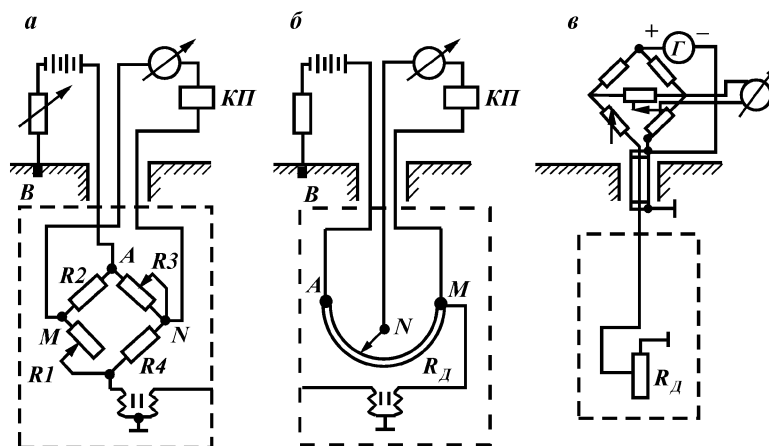


Рис. 1.4. Электрические схемы каверномеров для работы с трех- (а, б) и одножильным (в) кабелями:

а – мостовая схема; б, в – потенциометрическая схема; $R1, R3$ – переменные сопротивления моста; $R2, R4$ – постоянные сопротивления моста; $KП$ – компенсатор поляризации; $R_д$ – сопротивление датчика; Γ – генератор постоянного тока; AB – токовая цепь; AM, AN – измерительные цепи

кривую (в соответствующем масштабе), называемую кавернограммой.

Принцип действия известных каверномеров сводится к преобразованию механических перемещений измерительных рычагов в электрические сигналы, передаваемые на регистрирующий прибор (рис. 1.3, 1.4).

1.2.10. ПРОФИЛЕМЕТРИЯ

Если рассмотреть продольный разрез скважины в различных плоскостях, то можно увидеть, что скважина не всегда представляет собой горную выработку, близкую к цилиндрической. Часто размеры поперечного сечения в двух перпендикулярных направлениях значительно отличаются, что обусловлено наличием желобных выработок или иных нарушений конфигурации ствола скважины. Диаметр ствола скважины в двух взаимно перпендикулярных направлениях определяют профилемерами.

Диаметр скважины рассчитывают по размеру раскрытия двух пар независимо перемещающихся рычагов, скользящих по стенкам скважины. Пропорционально размеру раскрытия

каждой пары рычагов профилемера изменяется регистрируемая разность потенциалов.

Профилемер состоит из электрического и электронного блоков. Он работает в условиях воздействия температуры до 150 °С и давления до 100 МПа при угле искривления ствола скважины до 20°. Погрешность измерения 10 мм при измеряемых диаметрах скважины от 100 до 760 мм.

Известны конструкции трехплоскостного каверномерпрофилемера, который дает возможность получать с помощью трех пар измерительных рычагов три кривые профиля скважины и кавернограмму.

1.2.11. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН

До настоящего времени единственным прямым доказательством качественного крепления нефтяных и газовых скважин являлось отсутствие межпластовых перетоков за обсадной колонной, водонефтегазопроявлений через колонное пространство, а также течей в обсадных колоннах. Снижение качества крепления скважин обычно выражается в появлении воды в добываемой нефти или в нарушении герметичности обсадной колонны. Однако количественно оценить степень герметичности обсадной колонны, так же как и степень ее нарушения, пока не представляется возможным. Поэтому для оценки качества цементирования скважин (а часто для установления причин негерметичности затрубного пространства) анализируют факторы и ситуации, имеющие непосредственное отношение к рассматриваемому вопросу. К ним в первую очередь относятся: 1) кавернометрия (основное – характер кавернозности); 2) соответствие фактического расхода цемента расчетному; 3) фактическая и расчетная высота подъема цементного раствора в заколонном пространстве (обращают внимание на недоподъем или переподъем); 4) состояние контактов цемент – колонна и при возможности цемент – порода (наиболее опасная зона); 5) эксцентриситет обсадной колонны в скважине; 6) протяженность зоны смешивания цементного и бурового растворов; 7) плотность среды в заколонном пространстве и наличие или отсутствие дефектов цементного кольца.

Качество цементирования скважин оценивается при помощи термометрии и методов радиоактивного и акустического контроля за цементированием скважины. Все эти методы позволяют лишь качественно оценить некоторые косвенные параметры разобобщения пластов за обсадной колонной и герметичность заколонного пространства.

Метод термометрии основан на измерении температуры в стволе скважины на участках, где твердеет цементный раствор, выделяя некоторое количество теплоты и нагревая буровой раствор внутри обсадной колонны.

В процессе твердения тампонажного раствора в заколонном пространстве скважины происходят два процесса: восстановление естественного теплового поля и экзотермическое изменение температуры при выделении теплоты вследствие гидратации цемента.

Температурная характеристика зацементированной скважины зависит от ряда факторов: естественной температуры в конкретном интервале, соотношения (в %) бурового и тампонажного растворов в зонах их смешивания, неравномерности распределения цементного раствора (вследствие наличия каверн, желобов и эксцентричного расположения обсадной колонны) в различных зонах, непостоянства водоцементного отношения тампонажного раствора из-за поглощения его фильтрата проницаемыми пластами, различия теплофизических свойств окружающих скважину пород и др. Следовательно, метод термометрии дает возможность косвенно судить о некоторых показателях процесса цементирования.

Максимальная температура тепловыделения при затвердении цементного раствора из портландцемента, зависящая от температуры окружающей среды, отмечается через 6–9 ч после затворения цемента. В этот же период происходит схватывание цементного раствора. Повышение температуры и давления окружающей среды приводит к ускорению процессов гидролиза и гидратации цемента и момент максимального тепловыделения выступает раньше: при температуре 75 °С через 2–3 ч, при температуре 120–150 °С через 0,5–1 ч. Давление также ускоряет процессы схватывания и твердения цементного раствора и камня. Замедлители или ускорители тампонажных растворов влияют на количественную сторону явлений, но не на качественную. Аналогичные результаты получают для всех смесей портландцемента с добавками песка, шлака, глины и других, однако количественная характеристика явления при этом изменяется.

Анализ результатов неоднократных измерений температуры в процессе ожидания затвердения цемента (ОЗЦ) позволяет уточнить глубину (высоту) подъема цементного (тампонажного) раствора в заколонном пространстве.

Метод термометрии может быть использован как прямой метод оценки качества разобщения пластов.

Переток газа, нефти и воды из одного пласта в другой можно обнаружить с помощью электротермометров. Когда при движении флюида по заколонному пространству создаются незначительные аномалии температуры, для успешного выявления перетока рекомендуется увеличивать масштаб записи термограмм с компенсацией естественного градиента температуры, а запись их осуществлять в остановленной скважине после восстановления естественного температурного поля.

Радиоактивные методы контроля за цементированием скважин основаны на использовании активированных радиоактивных изотопов в тампонажном растворе с последующей регистрацией гамма-излучения в обсадной колонне. Гамма-излучение в колонне регистрируют стандартной гамма-каротажной аппаратурой. При этом интервал распределения активированного тампонажного раствора за колонной отмечается повышением интенсивности гамма-излучения по сравнению с естественной радиоактивностью горных пород.

Для активизации тампонажных растворов используют радиоактивные изотопы циркония, иридия, железа и других элементов, характеризующихся достаточно жестким гамма-излучением и сравнительно небольшими периодами полураспада. Растворенные в воде соли этих изотопов вводят в используемую для затворения цементного раствора воду, находящуюся в емкостях цементировочных агрегатов.

Чтобы определить высоту подъема тампонажного раствора при помощи радиоактивных изотопов, достаточно активировать лишь первую его порцию.

Для измерения толщины активированной цементной оболочки вокруг колонны разработана специальная экспериментальная гамма-аппаратура контроля за цементированием скважин. Принцип действия этой аппаратуры заключается в том, что гамма-излучение активированного тампонажного раствора регистрируется гамма-индикатором, вокруг которого вращается цилиндрический свинцовый экран с продольной коллимационной щелью. Интенсивность гамма-излучения находится в прямой зависимости от толщины активированной тампонажной массы, поэтому кривая изменения интенсивности гамма-излучения, зарегистрированная за один оборот коллимационной щели экрана гамма-цементомера, характеризует изменение толщины цементной оболочки за колонной в данном сечении скважины. При равномерном распределении тампонажного раствора (или камня) за колонной эта кривая превращается в прямую, а при неравномерном имеет четко выраженные максимум и минимум, разница между которыми тем значи-

тельнее, чем более неравномерно распределен цементный камень.

При регистрации кривой изменения интенсивности гамма-излучения на цементограмме отмечается каждый поворот экрана на угол 60° , а также фиксируется момент, когда коллимационная щель экрана совпадает с плоскостью кривизны колонны. Это позволяет определить не только изменение толщины тампонажной оболочки по периметру колонны, но и угол между плоскостью кривизны скважины и цементной оболочки.

Исследования при помощи аппаратуры гамма-контроля цементирования скважин показали, что, как правило, тампонажный раствор (или камень) распределяется вокруг колонны неравномерно.

Вследствие низкого качества цементирования скважин пласты-коллекторы могут быть не разобщены, и при перепаде давления между ними возникают перетоки пластовых флюидов. Если канал, по которому происходит переток пластового флюида, сообщается с внутренней полостью обсадной колонны, например через перфорационные отверстия, то, закачав через них в заколонное пространство активированную радиоактивными изотопами жидкость, можно с помощью гамма-каротажа определить зону ее распространения за колонной, т.е. оценить возможность возникновения межпластовых перетоков.

Методика исследования скважин с этой целью заключается в следующем. Сначала проводят контрольный гамма-каротаж в обсадной скважине. Затем в нее ниже интервала перфорации спускают насосно-компрессорные трубы (НКТ), через которые закачивают 3–5 м³ воды с примесью радиоактивных изотопов. После этого герметизируют межтрубное пространство и продавливают активированную жидкость в перфорационные отверстия. Затем осуществляют прямую и обратную промывки скважины водой, чтобы очистить от радиоактивных изотопов внутреннюю полость колонны.

После проведения повторного гамма-каротажа, данные которого сравнивают с результатами контрольного замера, определяют зону распространения активированной жидкости за колонной по резкому увеличению интенсивности гамма-излучения. Если в эту зону попадают пласты-коллекторы, то делают заключение о том, что между ними возможны перетоки флюида по заколонному пространству.

К недостаткам применения радиоактивных изотопов относятся следующие: сохранение в течение сравнительно длительного времени высокого уровня гамма-излучения, препятствующего проведению других радиоактивных исследо-

ваний в скважине; сложность; трудоемкость; радиационная опасность. Вследствие этого радиоактивные изотопы для оценки качества цементирования скважин широкого применения не нашли.

Метод сопоставления гамма-каротажных кривых (ГК) основан на различии поглощений обсадной колонной, тампонажной массой и буровым раствором естественного гамма-излучения горных пород. В связи с этим регистрируемое гамма-излучение в зацементированном интервале скважины значительно меньше, чем в открытом стволе и незацементированной части колонны.

Для установления местоположения раздела между буровым и тампонажным растворами за колонной диаграммы ГК, зарегистрированные до цементирования скважины и после него, совмещают в интервалах с минимальными показателями гамма-активности. Последнее позволяет в какой-то степени исключить влияние на эти показатели колонны, бурового раствора и незначительного слоя тампонажной массы в интервале совмещения. При этом значительное уменьшение данных ГК в зацементированной скважине по сравнению с данными ГК в открытом стволе указывает на наличие тампонажной массы за колонной в данном интервале.

Недостаток описанного метода – трудность четкого определения раздела между буровым и тампонажным растворами, если интервал цементирования скважины представлен малоглинистыми породами, обладающими низкой гамма-активностью.

При существующем различии плотностей тампонажного и бурового растворов (более 300–500 кг/м³) можно получить значительно более широкую информацию о распределении и состоянии цементного камня за колонной, используя метод рассеянного гамма-излучения (МРГ) или гамма-гамма-контроля за цементированием скважин. Этот метод основан на обратной зависимости интенсивности рассеянного гамма-излучения от плотности окружающей среды.

Основные узлы аппаратуры гамма-гамма-контроля за цементированием скважин – источник гамма-излучения (радиоактивные изотопы цезия или кобальта) и изолированный от него свинцовым экраном (на расстоянии 40–60 см) индикатор, состоящий из газоразрядных счетчиков или сцинтиллятора с фотоумножителем.

При нахождении скважинного прибора МРГ в обсаженной и зацементированной скважине гамма-излучение из радиоактивного источника рассеивается и поглощается в буровом и тампо-

нажном растворе, в колонне, а иногда и в породе, в связи с чем только часть рассеянного гамма-излучения попадает в индикатор.

Следовательно, при наличии за колонной более плотного цементного раствора или камня интенсивность попадающего в индикатор излучения будет меньше, чем при наличии бурового раствора, и наоборот.

Для исследования скважин, обсаженных 146- или 168-мм обсадной колонной, применяют цементометр ЦМТУ-1. Его индикатор состоит из трех разрядных счетчиков, расположенных симметрично оси в углублениях на цилиндрической поверхности свинцового экрана, что обеспечивает одновременную регистрацию изменения интенсивности рассеянного гамма-излучения по трем образующим (через каждые 120°) ствола скважины. Вследствие вращения прибора при движении по стволу скважины кривые изменения интенсивности рассеянного гамма-гамма-излучения имеют синусоидальный характер.

Для работы в 89- или 114-мм колоннах используют прибор ЦММ-3-4 аналогичной конструкции.

Цементометр ЦФ-4, предназначенный для проведения исследований в 219- или 245-мм обсадных трубах, отличается от ЦМТУ-1 наличием четвертого измерительного канала.

В последние годы использовали более эффективный гамма-дефектомер с коллимированным экраном, вращающимся вокруг приемника с повышенной чувствительностью. Это дает возможность регистрировать кривые распределения интенсивности рассеянного излучения по периметру колонны как при перемещении, так и при остановке прибора.

В связи с тем, что показания аппаратуры гамма-гамма-контроля за цементированием скважин сильно искажают изменения толщины стенок труб в обсадной колонне (при изменении толщины стенки на 1 мм показания изменяются на 10–20 %), дефектомер комплектуют с радиоактивным толщиномером труб. Толщиномер работает по тому же принципу, что и гамма-гамма-аппаратура, но расстояние между индикатором и источником менее жесткого излучения (изотопом тулия) около 10 см. Комплексный прибор получил название селективный гамма-дефектомер-толщиномер СГДТ-2.

Во всех модификациях аппаратуры гамма-гамма-контроля цементирования скважин измеряемые значения интенсивности рассеянного гамма-излучения преобразуются в скважинных приборах в соответствующие электрические сигналы, которые через каротажный кабель и наземную панель передаются на регистрирующее устройство, записывающее их в виде кривых

изменения интенсивности рассеянного гамма-излучения с глубиной скважины.

При интерпретации зарегистрированных гамма-гамма-цементограмм необходимо использовать кавернограмму для учета изменения диаметра скважин, а для приближенной оценки влияния плотности пород – диаграмму нефтегазового контакта (НГК). Надежность результатов интерпретации повышается при наличии данных о толщине стенок труб в обсадной колонне.

На рис. 1.5 приведена обобщенная схема интерпретации

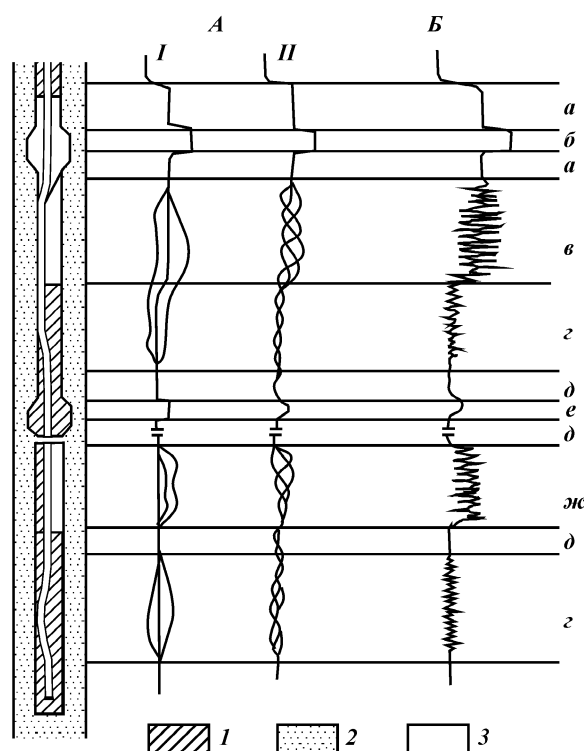


Рис. 1.5. Обобщенная схема интерпретации гамма-цементограмм:

А – цементограммы (прибор ЦМТУ); Б – круговая цементограмма (гамма-дефектомер); I – прибор не вращался в колонне; II – прибор вращался в колонне; 1 – цементный раствор; 2 – порода; 3 – буровой раствор; а – колонна расположена concentрично; б – каверна, заполненная буровым раствором; в, г – колонна расположена эксцентрично в незацементированной и зацементированной частях скважины соответственно; д – колонна расположена concentрично в зацементированной части; е – каверна, заполненная цементным раствором; ж – односторонняя заливка цементным раствором

гамма-гамма-цементогамм, из которой видно, что по результатам их интерпретации можно дифференцировать и определять основные случаи взаиморасположения бурового раствора, колонны, тампонажного раствора (камня) и стенок скважины.

Разработана методика количественной интерпретации круговой цементогаммы для определения плотности вещества за колонной и эксцентриситета колонны в скважине. Эти величины определяют по максимальным и минимальным значениям интенсивности гамма-излучения при помощи палеток, учитывающих влияние на показания гамма-дефектомера толщины стенок труб в колонне, плотности горных пород, диаметра скважины и др.

С помощью СГДТ-2 при благоприятных геолого-технических условиях можно определять плотность вещества за колонной с точностью до $0,1-0,2 \text{ г/см}^3$ и выявлять каналы в цементном камне площадью поперечного сечения, составляющей более 2 % площади сечения заколонного пространства, тогда как с помощью ЦМТУ-1 выделяют каналы площадью сечения не менее 10 % площади сечения заколонного пространства. Однако требуют критической оценки точность и надежность выявления каналов в цементном камне, особенно определения площади их сечения.

Основные ограничения для применения гамма-гамма-контроля цементирования следующие: необходимость значительной разности как плотностей тампонажного и бурового растворов ($0,3-0,5 \text{ г/см}^3$), так и диаметров скважины и колонны (не менее 40–50 мм); недостаточно надежная работоспособность сцинтилляционного индикатора гамма-излучения при температуре выше $100-120^\circ\text{C}$, в результате чего аппаратура гамма-гамма-контроля за цементированием (особенно СГДТ-3) в основном применяется в районах неглубокого бурения.

При помощи нейтрон-нейтронного каротажа (ННКт) при соответствующем подборе геометрии зонда и его конструкции можно определять эксцентриситет колонны в скважине независимо от заполняющего кольцевое пространство вещества. В случаях, когда различие плотностей тампонажного и бурового растворов невелико, ННКт может оказаться более эффективным для определения границы между буровым и тампонажным растворами, чем гамма-гамма-контроль за цементированием.

Применение нейтронного метода в комплексе с гамма-гамма-контролем за цементированием перспективно для увеличения объема информации о состоянии цементного кольца и геометрии обсаженной скважины.

Один из наиболее распространенных методов контроля каче-

ства цементирования скважин – акустический. Он основан на зависимости параметров акустических колебаний (амплитуды, скорости, частоты и др.) от упругих и поглощающих свойств окружающей среды, в том числе и от характера связи цементной оболочки с колонной и породой.

В России широко применяют разработанную во ВНИИГИСе аппаратуру акустического контроля за цементированием АКЦ-1, рассчитанную на давление до 60 МПа и температуру до 150 °С. Для более глубоких скважин (до 7000 м) серийно выпускают аппаратуру акустического контроля за цементированием на одножильном кабеле АКЦ-4 (для давления до 120 МПа и температуры до 170 °С).

Основные узлы скважинного прибора типа АКЦ – излучатель акустических колебаний и приемник. Попадающие в приемник акустические колебания преобразуются в электрические сигналы, которые передаются по каротажному кабелю к наземной панели управления. С помощью каротажного регистрирующего устройства, подсоединяемого к панели управления прибора АКЦ, записываются непрерывно по стволу скважины три параметра акустических колебаний: амплитуда продольной акустической волны по колонне A_k ; амплитуда продольной акустической волны, превышающей некоторый заданный уровень, A_n (при наличии контакта цементного камня с колонной и породой – амплитуда волны, распространяющейся по породе A_n); время пробега продольной акустической волны от излучателя до приемника t (при распространении волны по незацементированной колонне это время равно t_k , при прохождении по породе – t_n).

Эти параметры измеряют одновременно при движении в колонне скважинного прибора со скоростью не более 1200 м/ч.

В свободной (незацементированной) колонне значения A_k максимальны, значения t минимальны и равны t_k (около 600 мкс), а кривая A_n повторяет по конфигурации кривую A_k и не несет никакой информации о состоянии контакта цементного камня с породой.

Контакт цементного камня с колонной отмечается на акустической цементограмме нулевыми или близкими к нулю значениями A_k .

Только при наличии контакта цементного камня с колонной возможна оценка состояния его контакта с породой, который наиболее уверенно определяется по соответствию конфигурации кривой A_n амплитудной кривой A_k акустического каротажа в необсаженном стволе данной скважины и близости значений t на цементограмме к t_n' при акустическом каротаже.

По отдельным интервалам ствола скважины – в зонах вскрытия в ее разрезе плотных “высокоскоростных” пластов и, наоборот, в зонах вскрытия рыхлых и кавернозных пород интерпретация акустических цементограмм усложняется.

С помощью прибора АКЦ можно определять высоту подъема тампонажного раствора за обсадной колонной в любое время после его схватывания. Однако, если в верхнем интервале цементного кольца нет контакта с колонной, уровень подъема тампонажного раствора будет отмечаться ниже фактического на значение, соответствующее этому интервалу. За верхний уровень тампонажного раствора рекомендуют принимать первое от устья скважины снижение кривой A_k на цементограмме примерно до 0,8 ее максимального значения в незацементированной части колонны.

Так как показания прибора АКЦ не зависят от разности плотностей бурового и тампонажного растворов, то с его помощью определяют высоту подъема гелцементного (облегченного) тампонажного раствора, когда по показаниям гамма-гамма-цементомера это выполнить не удастся.

На основе проведения неоднократных измерений с помощью прибора АКЦ в период ОЗЦ можно исследовать процесс формирования цементного камня в скважинных условиях. По акустическим цементограммам, зарегистрированным в период ОЗЦ, можно определить поинтервально сроки загустевания и схватывания тампонажного раствора для конкретных геолого-технических условий. В частности, таким путем было установлено опережающее схватывание тампонажного раствора в интервалах залегания проницаемых пластов, обусловленное отфильтровыванием в эти пласты воды, использованной для затворения раствора.

Измерения при помощи прибора АКЦ при наличии контакта могут дать максимальную информацию о влиянии на качество разобщения пластов таких операций, как опрессовка давлением и снижением уровня, разбуривание цементного стакана, перфорация, вызов притока, кислотные ванны, гидравлические разрывы, ремонтные и другие работы, вызывающие деформацию обсадной колонны и цементной оболочки.

Эффективность применения прибора АКЦ ограничена следующими факторами:

- 1) недостаточной информативностью регистрируемых параметров акустических колебаний A_k , A_n и t , не позволяющей в большинстве случаев достаточно уверенно определить состояние контакта цементного камня с породой, а иногда и с колонной;

2) невозможностью выделения нарушений целостности цементной оболочки с углом раскрытия относительно оси скважины менее 40° , а также разрывов ее сплошности, не превышающих 1,0–1,5 м, вследствие невысокой разрешающей способности прибора АКЦ;

3) искажениями значений регистрируемых с помощью прибора АКЦ параметров при содержании в буровом растворе газа, эксцентриситете и перекосе скважинного прибора в колонне и др.;

4) невысокой точностью количественной интерпретации и сопоставимости A_k , A_n и t вследствие нелинейности измерительного канала и различия порогов чувствительности прибора АКЦ.

Влиянием одного или нескольких этих факторов можно объяснить нередкие случаи несоответствия сделанных на основе интерпретации акустических цементограмм заключений о качестве цементирования скважин результатам их освоения. Вследствие этого в общем случае по данным одного измерения с помощью прибора АКЦ трудно однозначно судить о прямом показателе качества цементирования скважин – герметичности заколонного пространства.

Определение проницаемых интервалов в заколонном пространстве с помощью прибора АКЦ при изменении давления в колонне основывается на чувствительности прибора АКЦ к изменениям состояния контакта цементного камня с колонной при изменении в ней давления.

Ниже кратко охарактеризованы модификации этого метода для неперфорированных и перфорированных скважин.

Прогноз межпластовых перетоков за колонной до ее перфорации значительно сокращает затраты времени и средств на ремонтные работы и более того способствует уточнению оценки запасов месторождения, а также выбору наиболее рационального режима его эксплуатации. Для этого целесообразно сочетать измерение давления в колонне с измерениями с помощью прибора АКЦ в отдельных точках или непрерывно по стволу скважины.

Характер изменения под воздействием давления значений A_k в точках, соответствующих отсутствию контакта (микрозазору) между колонной и цементным камнем (рис. 1.6, I) и значительному его нарушению, при котором возможен переток флюида (рис. 1.6, II), будет различным.

Определение с помощью описанного метода потенциальных каналов в цементном камне позволяет также более надежно выбирать интервалы перфорации для повторного цементирования скважин.

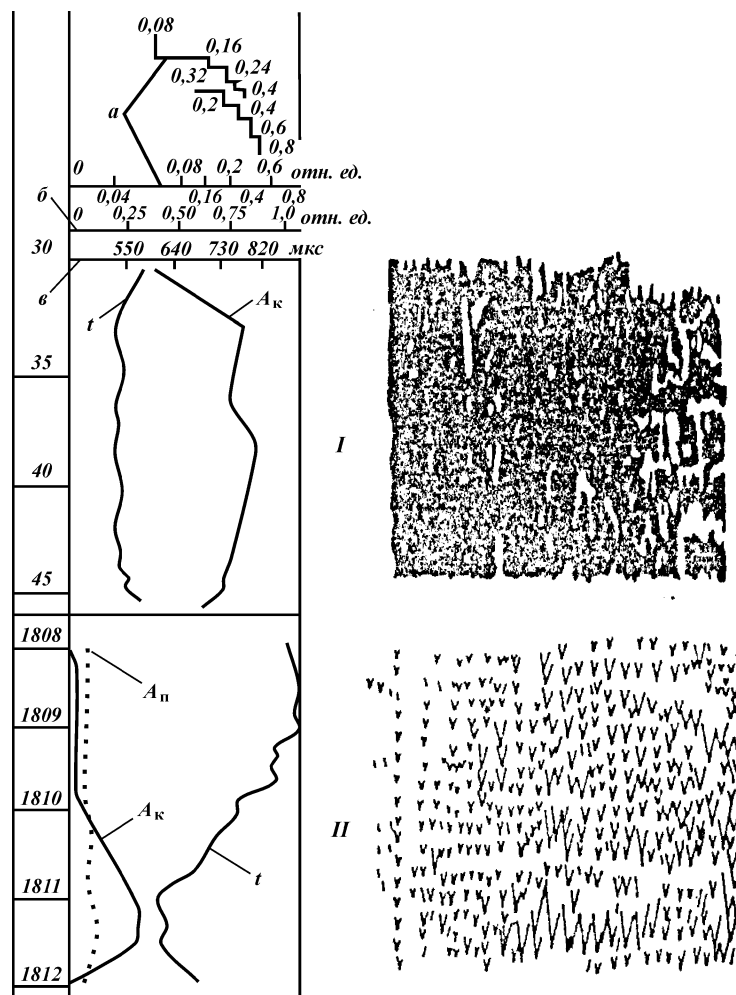


Рис. 1.6. Цементограмма (I) и волновые картины (II) по скв. 2558 на Само-
торском месторождении:

a – определенный в результате эталонирования фактический масштаб измерения A_k ; $b, в$ – номинальный масштаб измерения соответственно A_k и t

Применение прибора АКЦ в комплексе с разработанным в НПО “Южморгео” акустическим кинорегистратором АКР, используемым в качестве приставки к наземной панели цементомера для регистрации волновых картин, позволяет без проведения дополнительных спускоподъемных операций в скважине

оценивать состояние контакта цементного камня с породой (которое в большинстве случаев нельзя оценить только по данным прибора АКЦ), уточнять характер контакта цементного камня с колонной, эталонировать нелинейный масштаб регистрации A_k и A_c цементограммы и учитывать искажающее влияние аппаратных факторов и условий измерения в скважинах.

Эталонирование масштаба регистрации A_k при помощи АКР позволило построить сводную (по материалам, полученным на Самотлорском месторождении, а также на месторождениях Мангышлака и Ставропольского края) палетку для количественной оценки вероятности межпластовых перетоков воды за колонной по относительным значениям A_k и расстоянию между интервалом перфорации и водоносным пластом.

Однако в процессе эксплуатации АКР были выявлены недостатки, обусловленные в основном регистрацией волновых картин на отдельной фото пленке. С целью устранения этих недостатков в б. ВНИИРнефти совместно с НПО «Южморгео» вместо АКР создали фазокорреляционный каротажный блок БФК, позволяющий одновременно регистрировать на общей каротажной фотоленте цементограмму и изменение с глубиной скважины полного акустического сигнала в виде фазокоррелограммы.

Применение БФК в комплексе с прибором АКЦ дает возможность получить не меньшую информацию о качестве цементирования скважины, чем при использовании АКР, но на изготовление БФК, как и на исследования с его помощью, затрачивается значительно меньше времени и средств. Кроме того, интерпретация комплексной диаграммы (цементограммы и фазокоррелограммы, зарегистрированных на одной фотоленте) менее сложна и более свободна от погрешностей, чем интерпретация волновых картин. Это иллюстрируется примером, приведенным на рис. 1.7, где представлены по трем интервалам скв. 320 Калужская цементо- и фазокоррелограмма.

В верхнем интервале (420–450 м) цементо- и фазокоррелограмма однозначно характеризуют состояние колонны как свободное. На фазокоррелограмме свободное состояние колонны отмечается прямыми параллельными линиями с характерными сдвигами справа, соответствующими муфтовым соединениям, и одинаковым расстоянием между ними, обусловленным периодом акустических колебаний в свободной колонне (40 мкс).

В интервале частичного контакта цементного камня с колонной (2100–2125 м) по цементограмме нельзя судить о состоянии контакта цементного камня с породой, в то время как по фазокоррелограмме, несмотря на большое число линий волны по колонне, уверенно определяется наличие контакта цементного

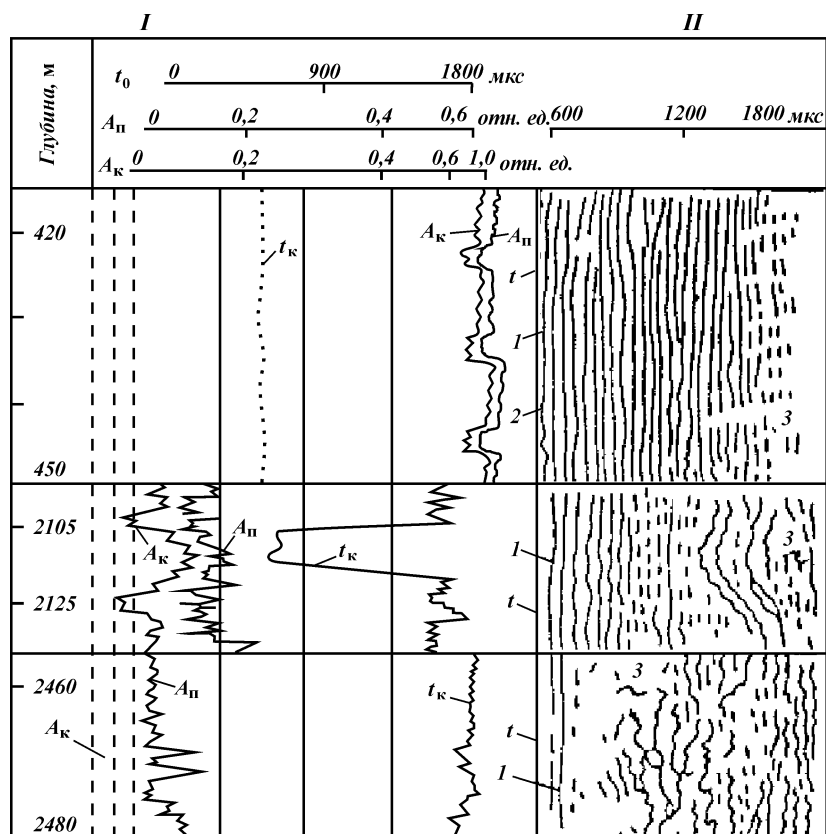


Рис. 1.7. Совместная регистрация цементограммы (I) и фазокоррелогаммы (II):
 I – линии первых вступлений акустической волны по колонне A_k ; 2, 3 – сдвиги
 линий волн по колонне A_k и породе A_n

камня с породой по отчетливо выделяющимся, обычно искривленным, линиям волны по породе, для которых характерен большой период колебаний.

В интервале 2460–2480 м по цементограмме отмечаются контакт цементного камня с колонной и неопределенность состояния контакта его с породой. На фазокоррелогамме по линиям волны по породе уверенно выделяется “высоко-скоростной” (уплотненный) пласт, характеризующийся уменьшением времени t_n , что свидетельствует о наличии контакта цементного камня с породой при частичном контакте его с колонной.

С целью более эффективного определения высоты подъема тампонажных растворов (особенно облегченных) за обсадными колоннами применяют разработанную в б. ВНИИКРнефти индикаторную приставку акустического каротажа ИПАК, в основу которой заложена регистрация в виде аналоговой кривой сигналов, отраженных от муфтовых соединений обсадных колонн, $A_{отр}$. При этом путь прохождения сигнала от источника до

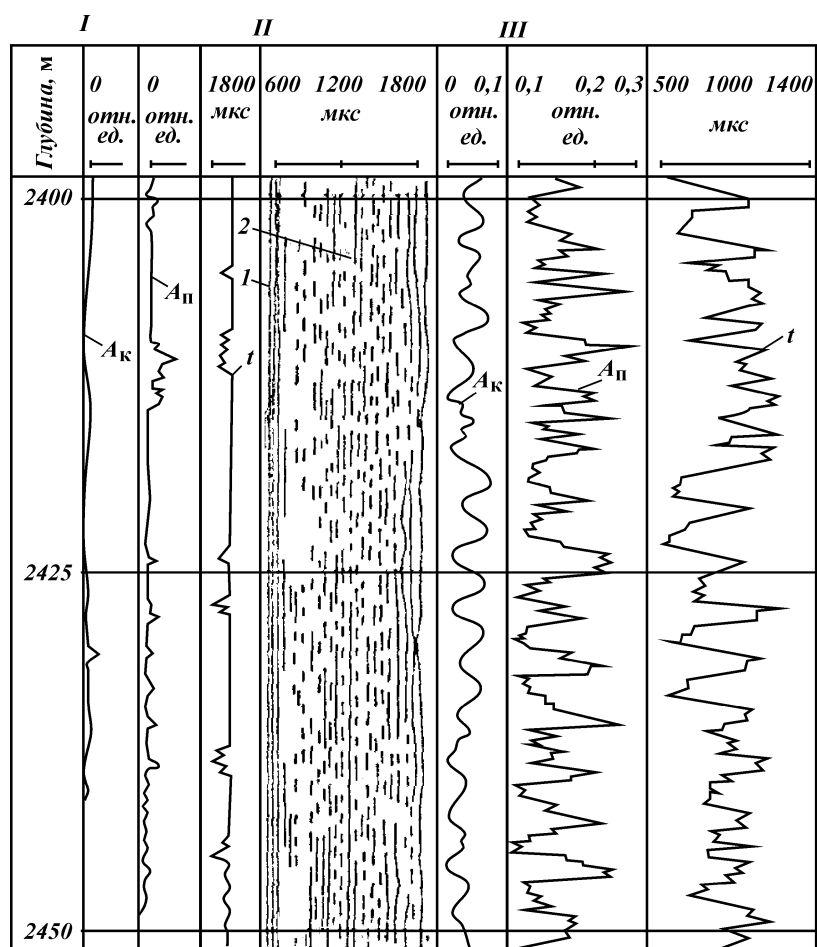


Рис. 1.8. Цементограмма (I), фазокоррелогрaмма (II) и круговая $\pm$ волновая цементограмма (III):
1, 2 – линии волн, проходящих соответственно по колонне A_K и породе A_P

приемника увеличивается кратно по отношению к базе приборов акустического каротажа. Аналоговая кривая $A_{отр}$ пишется совместно с аналоговыми кривыми используемой аппаратуры АКЦ-4, АКЦ-1, УЗБА-21.

Наиболее широкое применение находит разработанный в б. ВНИИКРнефти на базе БФК фазокоррелограф “Волна”, который позволяет записывать полный волновой сигнал в интервале времени от 500 до 1800 мкс (в режиме БФК) и от 500 до 4500 мкс, включая регистрацию отраженных от муфтовых соединений волн. Аппаратура “Волна” работает в комплекте со всеми типами аппаратуры акустического контроля (АК-1, УЗБА-21, АКЦ-4, АКЦ-1), причем позволяет получить полную информацию при одном спуске-подъеме там, где обычно требуются два. Информацию о наличии цементного раствора и характере его формирования за обсадной колонной можно получить на ранней стадии твердения (рис. 1.8).

Геофизические организации нефтяной и газовой отраслей оснащены следующими модификациями аппаратуры контроля за цементированием скважин:

- с использованием радиометрических методов – приборы СГДТ-3, ЦМ8-10;

- с использованием акустических методов – аппаратура АКЦ-4, УЗБА-21, акустическая часть АК-1, входящая в комплекс ЦМГА-2 в составе с приборами СГДТ-3.

Технико-методические возможности и область применения указанных модификаций аппаратуры контроля за цементированием скважин приведены в табл. 1.1.

Основные технические характеристики комплекса ЦМГА-2 и аппаратуры УЗБА-21 приведены в табл. 1.2.

Новые модификации аппаратуры акустического контроля за цементированием (АК-1 комплекса ЦМГА-2, УЗБА-21, МАК-1) содержат трехэлементные зонды и рассчитаны на регистрацию как индикаторных, так и измерительных параметров. Это позволило в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми к методам контроля, реализовать новые методические возможности акустических методов:

- впервые разработать и довести до практического использования критерии распознавания дефектов цементирования – каналов, зазоров и разрывов как по одному акустическому методу, так и в комплексе с ГГК (СГДТ-3) и благодаря этому перейти к оценке герметичности (а не “сцепления” с колонной) цементного кольца;

- существенно повысить эффективность определения уровня подъема портланд- и гелцементных смесей и состояния це-

Т а б л и ц а 1.1

Технические возможности и области использования аппаратуры контроля цементирования скважин

Технико-методические показатели и область применения аппаратуры	Аппаратура				
	АКЦ-4	УЗБА-21	АК-1 (МАК)	СГДТ-3	ЦМ8-10
Максимальная рабочая температура, °С	150	130	120	120	130
Гидростатическое давление, МПа	–	160*	–	–	–
Тип зонда прибора АКЦ по числу элементов	80	80	60	60	60
Собственная частота АК преобразователя, кГц	2	3	3	–	–
Регистрируемые акустические параметры (да, нет):	25	20	14	–	–
измерительные	Нет	Да	Да	–	–
	Нет	Да**	Да	–	–
индикаторные	Да	Да	Да	–	–
	Да	Да	Да	–	–
	Да	Да	Да**	–	–
Ограничения по диаметру обсадной колонны, мм	146–203	300	300	146–168	203–254
Ограничения по плотности бурового раствора цементного камня (да, нет)	Нет	Нет	Нет	Да	Да
Обеспеченность средствами метрологии (да, нет)	Нет	Да	Да	Да	Нет
Методические возможности (да, нет) аппаратуры при:					
стандартизации приборов и измерений	Нет	Да	Да	Да	Да
оценке высоты подъема цементной смеси на стадии формирования цементного камня	Нет	Да	Да	Да	Да
работе в комплексе с СГДТ-3 и термометром	Нет	Нет	Да	–	–
оценке качества цементирования двухколонных конструкций скважин	Нет	Да**	Нет	Нет	Нет
использовании данных на ЭВМ	Нет	Да	Да	Да	Нет

* В течение 24 ч.

** При повторном спуске.

Т а б л и ц а 1.2

**Краткие технические характеристики комплекса ЦГМА-2
и аппаратуры УЗБА-21**

Показатели	Комплекс ЦМГА-2		УЗБА-21
	СГДТ-3	АК-2	
Число одновременно регистрируемых параметров	2	6	4
В том числе измерительных	–	3	2
Предельная температура окружающей среды, °С	120	120	130 (160 в течение 2 ч)
Предельное гидростатическое давление, МПа	60	60	60
Длина каротажного кабеля, км	3,5	5,6	5,6
Предельно допустимый угол наклона скважин, градус	30	60	60
Способ цементирования	Роликовый подпружиненный	Рессорный	Резиновые стержни
Размеры зондов, м:			
толщиномера (ТГ)	0,42±0,002	–	–
плотномера (СЦГ-селективная цементограмма)	0,19±0,002	–	–
малого (АК)	–	1,5	1,05
большого (АК)	–	2,0	1,09
базы зонда (АК)	–	0,5	0,85
Диапазоны измерений и регистрации:			
коэффициентов, дБ/м:			
в проверяемом диапазоне на установке УПАК-1	–	15	25
предельные значения интервального времени, мкс/м:			
в проверяемом диапазоне	–	500	500
предельные значения регистрируемого времени распространения, мкс	–	0–1024	0–1500
толщины стенки обсадной колонны, мм	–	1024	1500
плотности вещества в затрубном пространстве, г/см ³	(5–12)±0,5	–	–
Собственная частота акустических преобразователей, кГц	(1–2)±0,15	–	–
	–	16	20

ментного кольца в кондукторах (АК-1, МАК-1), промежуточных и эксплуатационных колоннах и наклонных скважинах, в том числе и на незаконченной стадии формирования цементных камней;

впервые ввести метрологическое обеспечение аппаратуры, повысить стабильность и воспроизводимость регистрируемых параметров, а следовательно, и достоверность выдаваемых заключений.

Индикаторные параметры A_k и A_n , регистрируемые аппаратурой АК-1 и АКЦ-4, аналогичны, однако последние подвержены искажениям, вносимым в результате:

ограниченного динамического диапазона усилителя скважинного прибора, большой длины зонда (2,8 м) и высокой частоты (25–27 кГц) акустических преобразователей из-за чего снижена чувствительность параметров АКЦ-4 к гелцементному кольцу и его уровню и повышено соотношение уровня помех к полезному сигналу;

увеличенной ширины временного окна, в которое кроме амплитуды первого попадают амплитуды последующих вступлений, подверженные, как правило, большим интерференционным искажениям;

отсутствия оперативной перенастройки аппаратуры при переходе прибора из интервалов с портландцементным в интервалы с гелцементным кольцом;

ненадежного центрирования скважинного прибора или неиспользования центраторов.

Индикаторные параметры (α_{k1} , α_{k2} или α_{p1} , α_{p2}) аппаратуры УЗБА-21, регистрируемые в виде логарифма отношения некоторой постоянной величины u_2 к амплитуде A_{k1} или A_{k2} , по назначению аналогичны параметру A_k или A_p , за исключением следующего:

максимальным показаниям A_k , A_p соответствуют минимальные значения α_{k1} и α_{p1} (уровень свободной колонны);

при $A_k = 0$ показания $\alpha_{k1, 2}$ могут принимать любые значения в пределах от 30 до 50 дБ;

аномалии в муфтах имеют положительные значения по сравнению с показаниями параметров A_k и A_p .

Для исключения мешающих факторов, повышения точности и чувствительности к цементному кольцу, а также для стандартизации измерений в аппаратуре УЗБА-21 и АК-1 в качестве обязательной введена регистрация измерительных параметров ΔT_p , α_k и α_p .

В частности, параметр α_k в интервалах плотных пород принимает нулевое (АК-1) или отрицательное (УЗБА-21) значение, что указывает на отсутствие дефектов цементирования.

В интервалах терригенного разреза данный параметр имеет тесную связь с упругими свойствами (модуль Юнга, плотность) цементного кольца, характеризующими его герметичность.

Параметр ΔT_p позволяет совместно с параметром α_k использовать новые критерии оценки состояния герметичности цементного кольца.

Для контроля за состоянием цементного кольца в скважинах разведочного и эксплуатационного бурения и при их капитальном ремонте по комплексу параметров акустических и радиометрических методов, а в промежуточных колоннах и кондукторах – акустическим методом (ВНИИнефтепромгеофизика) предназначена аппаратура контроля за цементированием скважин ЦМГА-2.

Аппаратура ЦМГА-2 предназначена для работы с трехжильным бронированным кабелем длиной до 5 км. В акустической части используются две жилы и броня оплетки каротажного кабеля, в радиометрической – одна из жил кабеля и его оплетка.

При комплексном и автономном использовании составных частей не требуется каких-либо конструктивных изменений, кроме установки на скважинный прибор АК-1 дополнительных центраторов, входящих в комплект ЦМГД-2.

В акустическом зонде прибора АК-1 использованы магнито-стрикционные излучатели и приемники с собственной частотой 12–16 кГц, размещенные в маслonaполненных контейнерах, которые снабжены компенсаторами давления.

На рис. 1.9 показана общая структурная схема комплексной аппаратуры акустического и гамма-гамма-контроля АК-ГГК за цементированием обсадных колонн диаметрами от 146 до 168 мм, разработанной во ВНИИнефтепромгеофизике для кон-

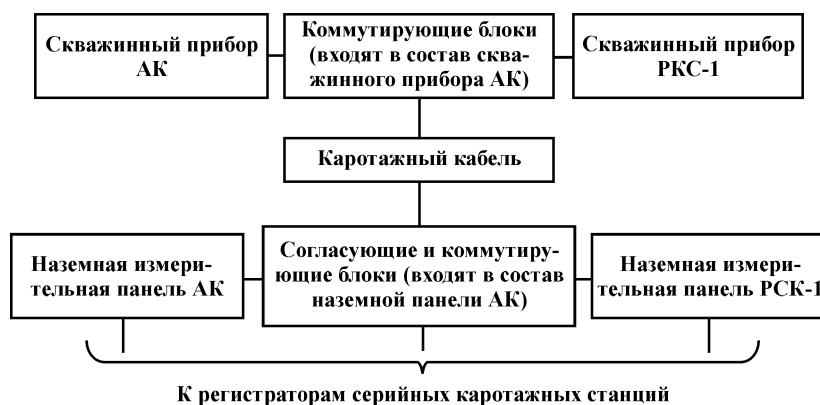


Рис. 1.9. Структурная схема комплексной аппаратуры АКГГК

троля качества цементирования ЦМГД-2. Радиометрическая часть аппаратуры используется в комплекте без существенных изменений. Изменяется только акустическая часть, в которую вводят необходимые элементы механического, электрического и радиотехнического совмещения и блоки коммутации. В качестве радиометрической части используют аппаратуру СГДТ-3.

Предусмотрены независимое электрическое питание скважинных и наземных приборов и передача первичной информации по каналам АК и ГГК, обеспечены защита каналов от взаимных наводок и внешних помех и одновременная автоматическая регистрация измеряемых параметров АК и ГГК за одну спускоподъемную операцию. Составные части скважинных и наземных приборов АК и ГГК могут быть использованы отдельно. Аппаратура ЦМГА-2 позволяет одновременно регистрировать следующие диаграммы:

- толщинограмму – кривую значений средней по периметру толщины стенки обсадной трубы с индикацией муфтовых соединений;

- интегральную цементограмму – кривую значений средней (кажущейся) плотности вещества в заколонном пространстве;

- коэффициента затухания продольной волны по колонне α_k – кривую, характеризующую прочностные свойства цементного кольца, контактирующего с колонной;

- коэффициента затухания α_p – кривую, характеризующую поглощающие свойства горных пород при жестком контакте цементного кольца с колонной и стенками скважины;

- амплитуды продольной волны по колонне АК – кривую, характеризующую условия связи цементного кольца с обсадной колонной;

- амплитуды A_p – кривую, характеризующую условия связи цементного кольца со стенкой скважины;

- интервального времени T – кривую, характеризующую скорость распространения упругой волны по колонне или по горной породе;

- интервального времени T_p – кривую, характеризующую условия связи цементного кольца с обсадной колонной и горными породами и служащую для привязки получаемой диаграммы к диаграммам других геофизических методов (КС, ПС, ГГК, НГК).

В качестве примера на рис. 1.10 приведены диаграммы ЦМГА-2, полученные в обсаженной части экспериментальной скважины ВНИИнефтепромгеофизики. Диаграммы имеют достаточно хорошую повторяемость, хорошо увязываются с кривыми АКЦ и имеют по сравнению с ними более высокую ста-

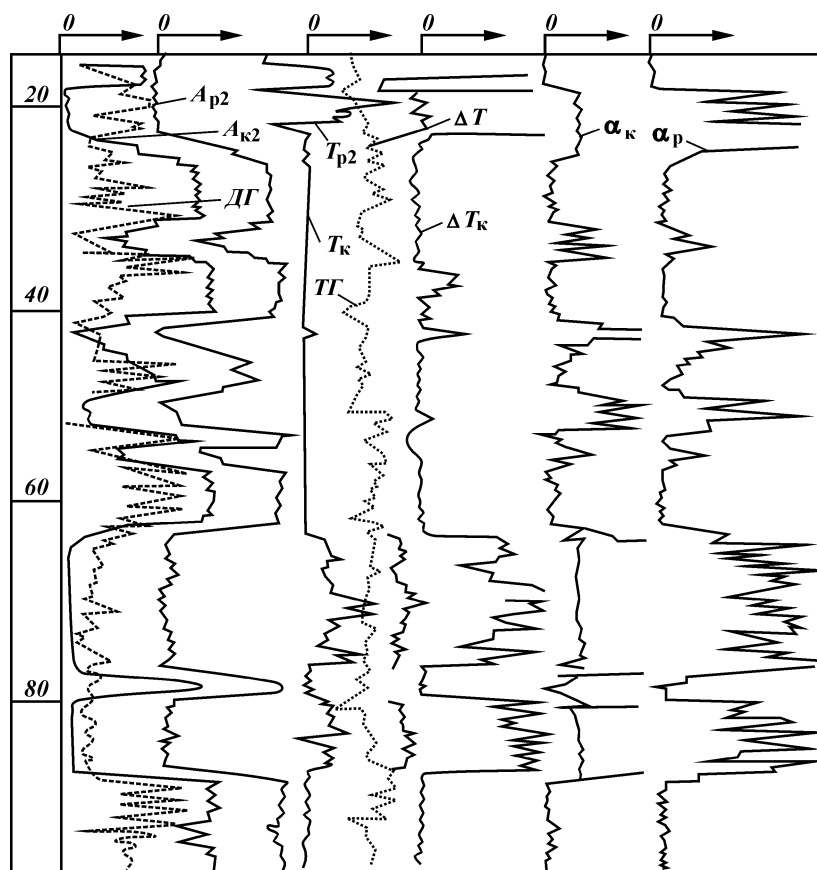


Рис. 1.10. Одновременно записанные аппаратурой ЦМГА-2 диаграммы: $A_{к2}$, A_{p2} , T_{p2} – диаграммы АКЦ и соответствующие им коэффициенты затухания $\alpha_{к}$, α_{p} ; ΔT – диаграмма интервального времени; $TГ$ – толщинограмма; $ДГ$ – цементограмма

бильность, которая достигается за счет применения в приборе центраторов рессорного типа, преобразователей более низкой частоты и использования новых технических решений по обработке первичной информации акустического сигнала.

К недостаткам амплитуды ЦМГА-2 относится большинство недостатков аппаратуры гамма-гамма- и акустического контроля за цементированием скважин. Это, прежде всего, невысокая термостойкость скважинного прибора (до 120 °С), большая длина (6 м) и масса (200 кг).

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА ТЕХНИЧЕСКИМ 1.2.12. СОСТОЯНИЕМ ОБСАДНЫХ КОЛОНН

Существуют различные методы и приборы для определения повреждений обсадных колонн. Их можно разделить на прямые и косвенные.

К прямым методам контроля относятся оптический, акустический, электромеханический, механический, магнитный, индукционный, метод рассеянного гамма-излучения; к косвенным – резистивиметрия, термометрия, метод радиоактивных изотопов.

Оптический метод основан на непосредственном фотографировании стенок обсадной колонны и изучения полученных фотографий. Существует разновидность этого метода – фототелевизионный метод. Отличие его состоит в том, что изображение внутренней поверхности обсадной колонны по телевизионному каналу передается на поверхность. Промышленностью выпускаются комплекты скважинных фотоаппаратов ФАС-1 и ФАС-1М.

Недостатки этого метода заключаются в том, что состояние колонны можно контролировать только в оптически прозрачной среде; по фотоснимкам и телеизображениям нельзя установить размер смятия, а глубокие царапины могут быть приняты за сквозные трещины; исследуется не весь периметр колонны.

Акустический метод широко используют в промысловой геофизике. Он основан на регистрации отраженных от поверхности труб ультразвуковых колебаний. Изменения амплитуды, фазы, частоты и времени прихода акустических волн создают акустическое изображение внутренней поверхности обсадной колонны со всеми имеющимися дефектами.

В НИИморгеофизике разработан макет ультразвукового измерителя колонн, предназначенный для измерения внутреннего диаметра обсадных колонн с целью изучения их износа. Проведенные испытания прибора показали его высокую точность ($\pm 0,6$ мм), однако прибор был рассчитан на отдельные (точечные) измерения. Применение его ограничено скважинами, заполненными водой или легким глинистым раствором.

Разработан скважинный акустический телевизор САТ, регистрирующий высокочастотные ультразвуковые импульсы и позволяющий путем сканирования получить изображение стенок обсадной колонны. При помощи этого прибора можно определять местонахождение перфорационных отверстий, трещин, муфтовых соединений и т.п. В отличие от скважинного фотоаппарата он позволяет осуществлять сплошной

(по всему стволу) контроль за внутренней поверхностью обсадных труб.

Недостаток акустического метода – зависимость результатов исследования от наличия на стенках труб различных неметаллических загрязнений. Метод не чувствителен к локальным нарушениям геометрии труб (вмятины, вздутия). Наличие шлама в буровом растворе, как и большая плотность последнего, также препятствует получению достоверной информации.

Электромеханический метод контроля за изменением внутреннего диаметра обсадных колонн основан на измерении перемещения шести–восьми рычагов устройства, скользящих по внутренней поверхности обсадной колонны. Радиальные перемещения рычагов передаются на подвижной контакт (ползун),двигающийся синхронно по проходу, благодаря чему изменяется соотношение электрических сопротивлений, напряжений или токов измерительной схемы и вырабатывается соответствующий сигнал, поступающий на регистратор.

В КФ ВНИИГеофизики разработан прибор НЭМ-68, регистрирующий средний диаметр обсадной колонны и наличие муфтовых соединений; он обладает высокой чувствительностью и инструментальной точностью (до 1 мм) в диапазоне измерений. По такой же реостатно-рычажной схеме К.И. Резниковым создан аппарат для замера диаметра труб.

Все электромеханические приборы дают усредненные значения измеряемых величин; кроме того, возможен пропуск продольных дефектов, попавших в сектор между измерительными рычагами.

Механический метод основан на том же принципе, что и электромеханический, только результаты измерений регистрируются непосредственно в приборе.

Преимущество этого метода – автономность, т.е. отсутствие кабельной связи. К недостаткам электромеханического метода добавляется невозможность контроля за работой прибора.

Магнитный метод основан на регистрации магнитных полей рассеивания, образующихся вокруг отверстия в колонне при намагничивании стационарным магнитным полем обсадных труб.

В НИИморгеофизике разработан локатор перфорационных отверстий ЛПО-1 с магнитным датчиком. Прибор рассчитан на работу с трехжильным бронированным кабелем. Максимально допустимое давление 60 МПа, температура 150 °С.

Испытания макета прибора в скважинах показали его высокую разрешающую способность. При плотности перфорации 10

отверстий на 1 м удается зарегистрировать каждое отверстие диаметром 7–8 мм и более.

Индукционный метод контроля основан на регистрации изменения поля вихревых токов, возбуждаемых в электропроводной среде (обсадной трубе) переменным магнитным полем. Применяется для измерения толщины стенок труб, выявления трещин и др.

В НИИморгеофизике разработаны индукционные дефектомеры ДИ-1 и ДСИ. Аппаратура ДИ-1 рассчитана на работу с трехжильным кабелем, а ДСИ – с одножильным. Эти приборы работают при давлении до 80 МПа и температуре до 150 °С. Дефектомерами ДИ-1 и ДСИ исследовано около 200 скважин. Испытания показали возможность выявления трещин, вздутий, смятий и интервалов протертости труб в промежуточных и эксплуатационных колоннах с высокой точностью. Минимальный размер трещин, выделяемый на фоне колебаний электрической проводимости труб, около 0,1 м, погрешность определения диаметра ± 2 мм.

Методика работы с ДИ-1 и ДСИ та же, что и с ЛПО-1; освоена она теми же геофизическими организациями.

Метод рассеянного гамма-излучения используют для измерения средней толщины стенок, внутреннего диаметра, а также для выявления крупных разрывов и других дефектов обсадных труб.

Во ВНИИГИСе на основе этого метода созданы калибромер (нутромер), дефектомер и толщиномер. В настоящее время Уфимским заводом геофизического приборостроения выпускается дефектомер-толщиномер СГДТ-2. На основании интерпретации его показаний можно установить эксцентриситет колонны, среднюю толщину и диаметр обсадных труб с точностью до 0,5 мм, места расположения муфт и центрирующих фонарей.

Преимущество этого метода – высокая точность измерения, которая не зависит от плотности бурового раствора и загрязнений поверхности труб. Недостатки метода – невысокий верхний предел рабочей температуры скважинных приборов (< 100 °С), нечувствительность к мелким дефектам колонны, в том числе небольшим трещинам и отверстиям, очень низкая скорость измерений в скважинах, усреднение значений толщины и диаметров труб, сложность аппаратуры.

Метод резистивиметрии основан на измерении с помощью скважинного резистивиметра удельного электрического сопротивления жидкости в скважине в сочетании с операциями, вызывающими приток или поглощение жидкости через нарушение

ние целостности обсадной колонны. В первом случае место нарушения колонны отмечается нижней границей отклонения кривой изменения сопротивления жидкости, заполняющей скважину; во втором – место нарушения обнаруживается по границе раздела заполняющей скважину и закачиваемой в нее жидкостей.

Метод термометрии основан на возникновении температурных аномалий в местах нарушения колонны при притоке или поглощении жидкости. Он обладает в основном теми же недостатками, что и метод резистивиметрии.

Метод радиоактивных изотопов основан на регистрации аномальной интенсивности гамма-излучения против мест нарушений колонны после прокачки в ней жидкости, активированной радиоактивными изотопами (обычно с малым периодом полураспада). Он применим только в том случае, если нет затрубной циркуляции жидкости в зоне нарушения) и поглощающий пласт совпадает по глубине с местом нарушения. Этот метод – один из наиболее надежных и точных косвенных методов, однако вследствие сложности и трудоемкости проведения работ и радиационной опасности применяется редко.

1.3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕРИИ ФИЛЬТРАЦИИ

Бурение нефтяных и газовых скважин неизбежно сопровождается различными физико-химическими процессами взаимодействия бурового раствора со слагающими стенки горной выработки породами. К этим процессам относятся фильтрация, диффузия, теплообмен, капиллярная пропитка и др. Один из наиболее существенных процессов взаимодействия бурового раствора с окружающими скважину породами – фильтрация, которая определяет возникновение поглощений бурового раствора и нефтегазоводопроявлений, глинизацию стенок скважины, кольтматацию пристволенной зоны продуктивных пластов, суффозию в фильтровой зоне скважины в процессе вызова притока и последующей эксплуатации, разуплотнение и набухание глинистых отложений и многие другие явления, существенно влияющие на качество заканчивания скважин. Для создания научно обоснованных приемов предотвращения ряда осложнений, достижения эффективных результатов при вскрытии и освоении пластов, реализации процессов бурения с минимальными противодавлениями на пласты необходимо располагать

количественными зависимостями, описывающими движение жидкостей и газов в пластах, изучение которых составляет предмет теории фильтрации.

1.3.1. ЗАКОНЫ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

Движение жидкостей в пористой среде называют *фильтрацией*. Пористые среды или материалы – это твердые тела, имеющие в достаточном количестве пустоты, характерные размеры которых малы по сравнению с размерами тела. Структура пористых материалов может быть весьма разнообразной. Так, самые малые пустоты, в которых силы молекулярного взаимодействия жидкости с твердыми стенками весьма велики, называют молекулярными порами. Противоположностью им являются поры, в которых движение жидкости лишь весьма незначительно зависит от взаимодействия со стенками, и их называют кавернами. Полости, занимающие промежуточное положение между кавернами и молекулярными порами, называют просто порами. Поры могут быть сообщающимися и не сообщающимися. Первые образуют активное поровое пространство, а все поры – общее поровое пространство.

Наиболее важная характеристика пористых материалов – пористость, т.е. доля объема, приходящаяся на поры, $m = V_{\text{п}}/V$, где $V_{\text{п}}$ – объем пор; V – объем тела. При этом пористость можно также разделить на активную и абсолютную, или полную.

Пористость измеряется различными способами. Наиболее простые способы измерения абсолютной пористости – прямой, а также способ измерения плотности. По первому способу измеряют объем образца, для чего образец покрывают водонепроницаемым покрытием и определяют объем вытесненной воды, а затем, измельчив образец, измеряют объем твердой фазы. По второму способу определяют объем и плотность образца, а затем объем и плотность материала образца. Тогда из условия $\rho_o V_o = \rho_m V_m$ имеем $m = 1 - \rho_o/\rho_m$, где индексами “о” и “м” обозначены образец и материал образца.

Для измерения активной пористости обычно используют метод нагнетания ртути или пропитки водой. По первому способу образец помещают в сосуд с ртутью и определяют его объем по изменению уровня, так как ртуть не смачивает образец. Затем увеличивают давление в сосуде, и вошедший в образец объем ртути определяет объем активного порового пространства. При этом объемом сжатого воздуха пренебрегают, что является недостатком метода. По второму способу, широко распространен-

ному в нефтяной промышленности, используют свойство чистых горных пород хорошо смачиваться водой. Образец, из которого откачан воздух, погружают в воду, и примерно через неделю его активное поровое пространство целиком заполняется водой.

Определив его массу, получим

$$m = (M' - M)/V\rho_v,$$

где M' – масса образца с водой; M – масса сухого образца; V – объем образца с водой; ρ_v – плотность воды.

Пористость для различных материалов колеблется в достаточно широких пределах (в долях единицы).

Песчаники	0,08–0,38
Известняки	0,04–0,10
Глины	0,03–0,48
Бетон	0,02–0,07
Кварцевый порошок	0,37–0,49
Рыхлые пески	0,37–0,50

Для реальных пластов – коллекторов нефти и газа значения пористости обычно находятся в пределах 0,15–0,22 с возможными отклонениями в ту или другую сторону.

Поток жидкости, движущейся в пористой среде, можно характеризовать его объемным расходом Q . При этом отношение его к площади поперечного сечения образца S есть скорость фильтрации $v = Q/S$.

Эта скорость – фиктивная величина, так как жидкость движется лишь по активному поровому пространству и фактическая ее скорость будет больше v . Если площадь просветов в сечении пористой среды обозначить через S_n , то фактическая скорость

$$w = v/n,$$

где $n = S_n/S$ – просветность.

Наряду с этим для элементарного объема пористой среды между сечениями на расстоянии dx , через который протекло количество жидкости $dV = Qdt$, имеем соотношение $mSdx = Qdt$ или

$$w = dx/dt = Q/(mS) = v/n,$$

т.е. $v = n/w$. Следовательно, получаем $v/m = Q/S_n$ или $m = S_n/S$, т.е. отношение площади просветов к площади сечения образца равно пористости. На этом основании построены микроскопические способы определения пористости.

В теории фильтрации рассматривается скорость фильтрации,

для которой по результатам экспериментальных исследований устанавливают математические модели течения. Эти модели, или законы, фильтрации характеризуют связь между потерями напора при движении жидкости в пористой среде, ее свойствами и параметрами жидкостей.

Один из основных законов фильтрации – закон Дарси, который записывается для одномерного течения в виде

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{k}{\eta} \left(\frac{p_1 - p_2}{l} + \gamma \frac{z_1 + z_2}{l} \right),$$

где k – коэффициент проницаемости пористой среды; η , γ – соответственно вязкость и удельный вес фильтрующейся жидкости; p_1 , p_2 – давление соответственно в сечениях 1 и 2, отстоящих на расстоянии l друг от друга; z_1 , z_2 – высоты положения соответственно сечений 1 и 2.

В дифференциальной форме для одномерного фильтрационного потока и при пренебрежении силами тяжести закон Дарси имеет вид

$$v = - \frac{k}{\eta} \frac{dp}{dl} = - \frac{k}{\eta} \frac{p_2 - p_1}{x_2 - x_1},$$

а в многомерном случае

$$\bar{v} = - \frac{k}{\eta} \text{grad } p,$$

где $x_2 - x_1 = dl$ – расстояние между сечениями 1 и 2 вдоль оси абсцисс.

Знак минус в этих выражениях указывает на противоположность направлений скорости фильтрации и градиента давления.

В приведенных выражениях фигурирует характеристика нового свойства пористой среды – коэффициент проницаемости, который имеет размерность площади

$$k = \frac{[v][\eta][l]}{[p]} = \frac{\text{м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Па} \cdot \text{с} \cdot \text{м}}{\text{Па}} = \text{м}^2.$$

Под проницаемостью пористой среды понимается свойство пропускать через себя жидкость или газ под действием приложенного градиента давления, т.е. это проводимость пористой среды по отношению к жидкости или газу.

Для газа при изотермическом течении и пренебрежении его массой в одномерном случае закон Дарси имеет вид

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{k}{\eta} \frac{p_1^2 - p_2^2}{2p_2 l} \left(1 + \frac{2b}{p_1 + p_2} \right),$$

где b – константа, являющаяся характеристикой газа в пористой среде.

Сомножитель $\left(1 + \frac{2b}{p_1 + p_2} \right)$, введенный Клинкенбергом, учитывает эффект скольжения газа вдоль стенок пор (эффект Клинкенберга, который проявляется при небольших давлениях, и в этом случае коэффициент проницаемости

$$k_r = k(1 + b/p),$$

где $p = (p_1 + p_2)/2$ – среднее давление газа в фильтрационном потоке.

Следует отметить, что коэффициент проницаемости измеряют обычно с помощью газа. При этом необходимо проводить измерения при нескольких значениях среднего давления, что позволяет установить константу b в экспериментах согласно закону Дарси. В координатах $2Q\eta p_2 l / S(p_1^2 - p_2^2)$ и $2(p_1 + p_2)$ экспериментальные данные должны ложиться на прямую, отсекающую от оси ординат отрезок k и имеющую тангенс угла наклона kb .

Следует отметить, что при течении жидкости через пористую среду, которая насыщена пластовым флюидом, проницаемость зависит от насыщенности им пористой среды. Так, относительная, или фазовая, проницаемость для воды и нефти представлена на рис. 1.11. При таком течении для каждой из фаз справедлив закон Дарси, но его следует записывать в виде

$$\bar{v} = - \frac{k_\phi k dp}{\eta dl},$$

где k_ϕ – относительная, или фазовая, проницаемость.

Значения относительной проницаемости не могут быть больше единицы, но и сумма их для двухфазных систем не при любом значении насыщенности равна единице. Значения фазовых проницаемостей зависят от типа пористой среды, насыщающих жидкостей и числа фаз. Так, для тройной системы вода – нефть – газ фазовые проницаемости для каждой из компонент представлены на рис. 1.12.

Течение жидкостей сквозь пористую среду подчиняется закону Дарси при малых скоростях течения, значение которых удовлетворяет, по В.Н. Щелкачеву, следующему условию:

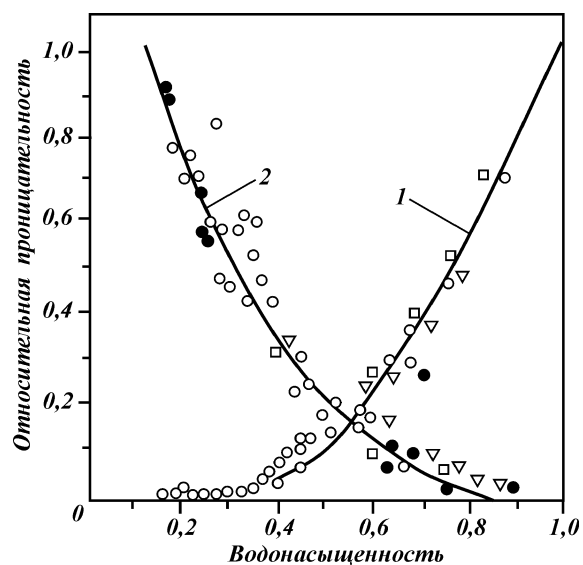


Рис. 1.11. Измерение относительной, или фазовой, проницаемости для воды (1) и нефти (2) в песчаном коллекторе в зависимости от водонасыщенности

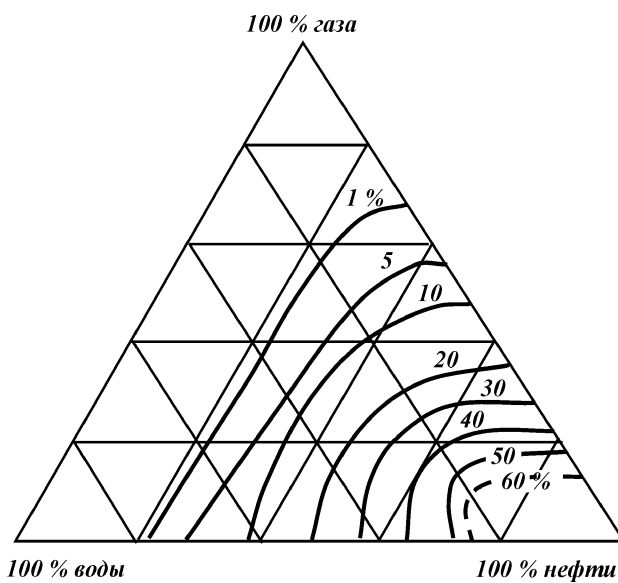


Рис. 1.12. Кривые фазовой проницаемости нефти (в %) в тройной системе типа нефть – вода – газ

$$\frac{10\nu\rho\sqrt{k}}{\eta m^{2,8}} \leq 10 \div 12,$$

где левая часть неравенства носит название числа Рейнольдса Re , и в нем ρ – плотность жидкости. При нарушении указанного условия линейный закон фильтрации нарушается, поэтому используются законы вида

$$(p_1 - p_2)/L = aQ^n$$

или

$$(p_1 - p_2)/L = aQ + bQ^2.$$

При $n = 2$ зависимость между расходом и градиентом давления выражается законом Краснопольского – Шеши

$$(p_1 - p_2)/L = aQ^2 \text{ или } Q = \sqrt{(p_1 - p_2)/aL}.$$

При $n = 3/2$ по закону фильтрации Смрекера

$$(p_1 - p_2)/L = aQ\sqrt{Q} \text{ или } Q = \sqrt[3]{\left(\frac{p_1 - p_2}{aL}\right)^2}.$$

Двучленная зависимость, представляющая собой закон Форхгеймера, в последнее десятилетие находит большее распространение, чем степенная. Коэффициенты как в степенной, так и в двучленной зависимости не являются коэффициентами проницаемости – это некоторые размерные параметры течения, зависящие от свойств жидкостей и пористой среды. Законы типа Краснопольского – Шеши, Смрекера и Форхгеймера не обладают универсальностью закона Дарси, но они охватывают область течений в трещинных и порово-трещинных коллекторах. Для описания течения жидкости в поглощающих пластах указанные зависимости оказываются весьма полезными. В.И. Мищенко была предложена формула

$$Q = k_1\sqrt{\Delta p} + k_2\Delta p + k_3(\Delta p)^2,$$

охватывающая течение в трещинной или кавернозной (первый член), среднепористой (второй член) и мелкопористой (третий член) средах.

Коэффициенты приемистости k_1 , k_2 и k_3 находятся по результатам исследования скважин – по индикаторным кривым $\Delta p-Q$.

Для практики бурения представляет интерес обобщенный

закон Дарси, который охватывает течение вязкопластичных жидкостей в пористой среде и записывается (А.Х. Мирзаджанзаде) в виде

$$\bar{v} = \frac{k}{\eta} \left(1 - \frac{G}{|\text{grad } p|} \right) \text{grad } p,$$

где G – начальный градиент давления для пористой среды, при которой начинается движение жидкости в ней.

Для обобщенного закона Дарси $v = 0$ при $|\text{grad } p| \leq G$ и $v > 0$ при $|\text{grad } p| > G$. Для одномерной фильтрации обобщенный закон Дарси можно записать в виде

$$v = \frac{k}{\eta} \frac{\Delta p - \Delta p_0}{L},$$

где Δp – текущий перепад давления; Δp_0 – перепад давления, необходимый для преодоления предельного напряжения сдвига в пористом образце длиной L .

Значение Δp_0 определяется по формуле

$$\Delta p_0 = d \frac{\tau_0 L}{\sqrt{k}},$$

где τ_0 – предельное напряжение сдвига для вязкопластичной жидкости; d – постоянный коэффициент, $d = (155+180) \cdot 10^{-4}$; k – коэффициент проницаемости.

В соответствии с указанным выше для вязкопластичной жидкости можно записать в одномерном случае

$$v = \frac{k \Delta p}{\eta L} - \frac{a \sqrt{k \tau_0}}{\eta},$$

т.е. при $\Delta p > \Delta p_0$ жидкость будет течь в пористой среде. Указанная зависимость позволяет найти глубину проникновения вязкопластичной жидкости в пористую среду при перепаде Δp . Жидкость остановится после проникновения на расстояние L_0 , определяемое из условия

$$v = \frac{k \Delta p}{\eta L_0} - \frac{a \sqrt{k \tau_0}}{\eta} = 0,$$

т.е.

$$L_0 = \Delta p \sqrt{k} / d \cdot \tau_0.$$

Рассматриваемые законы фильтрации позволяют получить количественные характеристики движения жидкостей и газов в пластах в процессе бурения нефтяных и газовых скважин.

1.3.2. ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ В ПЛАСТАХ

При рассмотрении движения жидкостей и газов в пластах, представляющих собой проницаемую среду, необходимо знать характер изменения давления в точках пласта и на его границах, а особенно на стенках скважины, а также расход пластовых флюидов через какие-либо ограничивающие поверхности.

При бурении это представляет интерес с позиций оценки процессов газоводонефтепроявлений, поглощений, проникновения бурового раствора в продуктивные пласты, ухудшения проницаемости призабойной зоны и др.

В самом общем случае уравнение движения в неизменяемой пористой среде для жидкостей и газов, подчиняющихся закону Дарси, в прямоугольной системе координат $Oxyz$, согласно Л.С. Лейбензону, имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{k\rho}{\eta} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{k\rho}{\eta} \frac{\partial p}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{k\rho}{\eta} \frac{\partial p}{\partial z} \right) = m \frac{\partial p}{\partial \rho} \frac{\partial \rho}{\partial z} - g \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{k\rho}{\eta} \right)^2,$$

где k – коэффициент проницаемости пористой среды; p – давление; η – вязкость жидкости или газа; m – пористость среды; $\rho = f(p)$ – плотность жидкости или газа; g – ускорение силы тяжести.

В случае, если жидкость несжимаема ($\rho = \text{const}$), то уравнение движения приобретает следующий вид:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{k\rho}{\eta} \frac{\partial p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{k\rho}{\eta} \frac{\partial p}{\partial y} \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{k\rho}{\eta} \frac{\partial p}{\partial z} \right) = 0.$$

В случае $k = f(x, y, z)$ без знания вида этой функции для пластов решение уравнений движения невозможно, и это усложняет описание большого числа практических задач. В предположении $k = \text{const}$ и $\eta = \text{const}$ или $k/\eta = \text{const}$ получается простое уравнение Лапласа

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = 0,$$

решение которого $p = p(x, y, z)$ в общем случае содержит две постоянные интегрирования и требует задания двух граничных условий.

В этом уравнении давление – лишь функция координат и не зависит от времени, т.е. это случай стационарной фильтрации.

При течении малосжимаемой жидкости, для которой с достаточной точностью

$$\rho = \rho_0 \left(1 + \frac{p - p_0}{\alpha} \right),$$

где ρ_0 – плотность при $p = p_0$; α – модуль объемной упругости жидкости.

Уравнение движения при $k = \text{const}$ и $\eta = \text{const}$ называют уравнением пьезопроводности или упругого режима фильтрации и записывают в виде

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = \frac{m\eta}{k\alpha} \frac{\partial p}{\partial t},$$

где $k\alpha/(m\eta) = K$ – коэффициент пьезопроводности, по аналогии с коэффициентом температуропроводности в подобном по виду уравнении теплопроводности Фурье, описывающем нестационарное температурное поле.

В случае деформируемости пористой среды уравнение пьезопроводности принимает вид

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = \frac{1}{k} \left(1 + \frac{\alpha}{m\alpha_1} \frac{\partial p}{\partial t} \right),$$

где α_1 – модуль, характеризующий упругость пористой среды.

Решение $p = p(x, y, z)$ приведенных уравнений пьезопроводности содержит уже три постоянных интегрирования и требует задания двух граничных и одного начального (при $t = 0$) условий.

При течении в неизменяемой пористой среде с $k = \text{const}$ газа, плотность которого является функцией давления и температуры $\rho = f(p, T)$ и $\eta = \text{const}$, уравнения движения записываются в виде

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \left(\frac{m\eta}{k} - \frac{\partial p}{\partial \Phi} \right) \frac{\partial \Phi}{\partial t},$$

где $\Phi = \int p dp$ – функция Лейбензона.

В частном случае политропного процесса

$$p^{1/n} = \beta g R T,$$

где n – показатель политропы; β – коэффициент сверхсжимаемости; R – газовая постоянная; T – абсолютная температура.

Уравнение движения имеет вид

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \frac{m\eta}{nk} \left[\frac{n}{\beta gRT(n+1)} \right]^{\frac{n}{n+1}} \Phi^{-\frac{n}{n+1}} \frac{\partial \Phi}{\partial t}.$$

При изотермическом процессе $n = 1$, тогда

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = \frac{m\eta}{k\sqrt{2\beta gRT\Phi}} \frac{\partial \Phi}{\partial t}.$$

Уравнения движения газов в пористой среде нелинейны, и решить их можно только в некоторых конкретных случаях при введении определенных упрощений.

Рассмотрим несколько частных решений, представляющих интерес с позиций проводки нефтяных и газовых скважин и широко используемых в различных расчетах при бурении.

Пусть при бурении скважины радиусом r_c частично (рис. 1.13, б) или полностью (в) вскрыт проницаемый пласт кругового контура радиусом R_k , имеющий непроницаемые кровлю, подошву и толщину h (рис. 1.13).

В случае применимости закона Дарси для несжимаемой жидкости справедливы следующие формулы для расчета расхода при стационарной фильтрации.

При большой мощности пласта (см. рис. 1.13, а) имеем формулу для расчета расхода на стенках скважины

$$Q = \frac{2\pi k(p_k - p_c)}{\eta \left(\frac{1}{r_c} - \frac{1}{R_k} \right)},$$

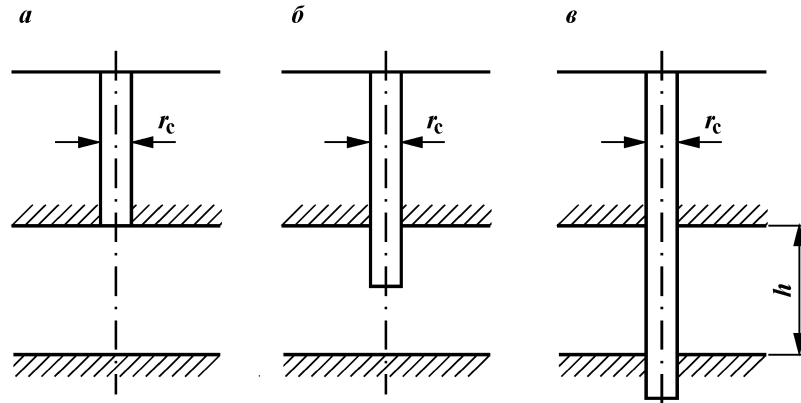


Рис. 1.13. Схемы вскрытия проницаемого пласта скважиной

или

$$Q = \frac{2\pi k r_c}{\eta} (p_k - p_c), \text{ так как } \frac{1}{R_k} \rightarrow 0.$$

При этом для $p_k > p_c$ скважина проявляет с дебитом Q , а в противном случае поглощает.

При условии $r_c \ll h$ и незначительном заглублении (см. рис. 1.13, б) формула для расчета с удовлетворительной для инженерных расчетов точностью имеет вид

$$Q = \frac{2\pi h k (p_k - p_c)}{\eta \left(\frac{h}{r_c} + \ln \frac{R_k}{1,5h} \right)}.$$

Аналогично при $p_k > p_c$ имеет место проявление с дебитом Q , а в противном случае – поглощение.

Наконец (см. рис. 1.13, в), расход определяется по формуле Дюпюи

$$Q = \frac{2\pi h k (p_k - p_c)}{\eta \ln \frac{R_k}{r_c}}$$

при тех же условиях.

Во всех приведенных формулах индексы “с” и “к” означают скважину и контур, а под давлением p_k понимается пластовое давление.

Обычно крайне трудно задаваться радиусом контура R_k . Если в его задании ошибиться в m раз, то

$$\ln = \frac{m R_k}{1,5h} = \ln \frac{R_k}{1,5h} + \ln m,$$

$$\ln = \frac{m R_k}{r_c} = \ln \frac{R_k}{r_c} + \ln m.$$

При условии, что R_k обычно в сотни или тысячи раз больше h или r_c , первые члены будут на порядок больше вторых членов при $m = 2-3$. Поэтому погрешности от ошибочного задания радиуса контура в 2–3 раза приводят к ошибкам порядка 10 %, т.е. двух-, трехкратные ошибки при задании R_k вполне допустимы.

Приведенные выше формулы применены при фильтрации по закону Дарси, а во многих случаях вскрываются трещинные или порово-трещинные коллекторы, для которых более справедливы законы течения, описываемые формулами Форхгей-

мера или Краснопольского – Шеши. В случае применимости закона Краснопольского – Шеши формула для расчета расхода имеет вид

$$Q = \pi h \sqrt{\frac{(p_k - p_c) R_k r_c}{a(R_k - r_c)}},$$

где a – постоянная характеристика фильтрации.

Принимая во внимание, что $r_k \gg r_c$, последнюю формулу можно записать в виде

$$Q = \pi h \sqrt{\frac{r_c}{a} (p_k - p_c)}.$$

При фильтрации по закону Форхгеймера расчетная формула для определения Q приближенно записывается в виде

$$p_k - p_c = \frac{Q\eta}{2\pi kh} \ln \frac{R_k}{r_c} + b \left(\frac{Q}{2\pi r_c h} \right)^2 r_c,$$

где b – постоянная двухчленного закона фильтрации.

Все приведенные выше формулы могут быть использованы и для течения газов. В этом случае вместо разности давлений необходимо применять разность квадратов давлений, т.е.

$$\Delta p^2 = p_k^2 - p_c^2,$$

а вместо объемного расхода Q определяется приведенный к стандартным условиям (например, к атмосферному давлению и пластовой температуре) объемный расход $Q_{\text{прив}}$. Так, формула Дюпюи при течении газов имеет вид

$$Q_{\text{прив}} = \frac{\pi kh (p_k^2 - p_c^2)}{p_{\text{ат}} \eta \ln \frac{R_k}{r_c}},$$

а для случая одномерного течения соответствующая формула была приведена выше, где в отличие от формулы для жидкости появился множитель $1/p_{\text{ат}}$ (где $p_{\text{ат}}$ – атмосферное давление).

Во всех рассмотренных зависимостях связь между расходом и перепадом давления можно представить в виде следующих моделей.

Для жидкости	Для газа
$\Delta p = AQ$	$\Delta p^2 = AQ$
$\Delta p = AQ^2$	$\Delta p^2 = AQ^n$
$\Delta p = AQ + BQ^2$	$\Delta p^2 = AQ + BQ^2$

Здесь константы A и B в каждом случае имеют свой смысл,

но константы A всегда содержат k и η , а константа B зависит от геометрии пористой среды, инерционных эффектов и др. Для определения указанных констант используют различные методы исследования пластов, позволяющие получать кривые $\Delta p = f(Q)$, обработка которых дает возможность идентифицировать константы A и B . Основной прием обработки получаемых кривых – обработка по методу наименьших квадратов или его различные модификации.

ГЛАВА 2

ВСКРЫТИЕ И РАЗБУРИВАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ

Эффективность разработки нефтяных и газовых месторождений во многом определяется состоянием призабойной зоны скважин в период заканчивания.

В результате физико-химического и механического воздействия при заканчивании скважин изменяются коллекторские свойства пород в призабойной зоне.

Физико-химическое воздействие на призабойную зону обусловлено взаимодействием флюида пласта и фильтрата бурового и цементного растворов, а также действием адсорбционных, капиллярных и диффузионно-осмотических сил.

Физико-механическое воздействие на продуктивный горизонт оказывают следующие факторы:

- разгрузка горного массива в результате разбуривания пласта;

- изменяющееся противодавление столба бурового раствора (впоследствии изменяющееся давление столба цементного раствора);

- фильтрация фильтрата бурового (и цементного) раствора;

- изменяющийся температурный режим в скважине;

- гидродинамическое и механическое воздействие на породы в разбуриваемом пласте движущимся инструментом;

- гидродинамические эффекты (гидроудары, понижение давления и др.) в стволе и призабойной зоне в процессе цементирования и освоения скважины и др.

2.1. РАЗБУРИВАНИЕ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА

В процессе вскрытия и разбуривания продуктивного пласта необходимо уделять особое внимание технологическим

приемам, снижающим отрицательное воздействие технологических процессов на приствольную зону продуктивного пласта.

В соответствии с едиными правилами буровых работ столб бурового раствора в скважине должен создавать давление, превышающее пластовое на величину (в зависимости от глубины) от 1,5 до 3,5 МПа. В реальных условиях давление на продуктивные пласты существенно больше из-за переутяжеления бурового раствора, гидравлических сопротивлений при его движении в кольцевом пространстве, а также движении вниз бурового инструмента.

Не изучен вопрос изменения проницаемости продуктивного пласта при его краевой разгрузке с учетом перемещения частиц (песка, обломков породы), хотя известно, что создание всестороннего гидравлического давления (через диафрагму) понижает, а снятие давления повышает проницаемость образца. Однако попеременное нагружение и разгрузка образца может нарушить его сплошность.

Нечетко определены понятия качества работ в бурении и при заканчивании скважин. Проблема качества строительства скважин (особенно горизонтальных) для многих производственных объединений РФ стоит очень остро. Интегральная характеристика качества скважин – получаемый полезный эффект, т.е. добыча количества углеводородов на рубль затрат при строительстве скважин – за последние 10 лет сократилось более чем в 2 раза. Это объясняется не только необходимостью освоения новых, более труднодоступных и сложно построенных месторождений. Результаты анализа показывают, что при условии полного использования возможностей продуктивных пластов (если бы добывающие способности скважин не ограничивались возможностями применяемой технологии их строительства) добыча нефти и газа на одну скважину была бы в 2–4 раза больше в зависимости от условий. Это один из главных путей увеличения эффективности нефтегазодобывающей промышленности, альтернатива экстенсивному пути ее развития, экономически не оправданному освоению многих новых малопродуктивных месторождений.

Решение проблемы качества строительства скважин сдерживается в первую очередь следующими факторами.

1. Отсутствуют обоснованные методы оценки и управления качеством. Действительно, критерию обоснованности – наличию взаимно однозначного соответствия между результатами оценки качества и получаемым полезным эффектом – не удовлетворяет ни одна из известных методик. А если нет обоснован-

ных методов оценки качества, то нет и обоснованного управления качеством.

2. Регламенты и проекты на строительство скважин составляются без учета требований к качеству скважин, без обоснования условий, при которых они будут выполнять свое назначение. Например, в проектах отсутствуют оценка качества технологии вскрытия пласта и освоения скважины, обоснование допустимых нагрузок на крепь, т.е. уже на стадии проектирования закладываются все предпосылки некачественного строительства скважин.

3. При действующем экономическом механизме отсутствует заинтересованность буровых предприятий в повышении качества, во внедрении новых технических и технологических средств. Буровым предприятиям выгодно ускорение и снижение фактической себестоимости строительства скважин по сравнению с проектными нормативами даже в ущерб качеству, лишь бы был достигнут его минимальный уровень, необходимый для сдачи скважин.

4. Буровые предприятия недостаточно оснащены необходимыми техническими средствами, материалами, оборудованием, устройствами контроля, программами и т.д.

Успешное решение проблемы качества требует комплексного подхода, т.е. реализации широкого комплекса взаимосвязанных, разработанных на единой методической основе организационных, экономических и технических мероприятий.

2.2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БУРЕНИЕ И ВСКРЫТИЕ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА

Технология вскрытия продуктивного пласта в процессе бурения практически не отличается от технологии бурения всего ствола скважины, поэтому, как правило, физико-механические свойства продуктивного пласта не учитывают. Исключение составляет выбор типа бурового раствора (но не во всех случаях).

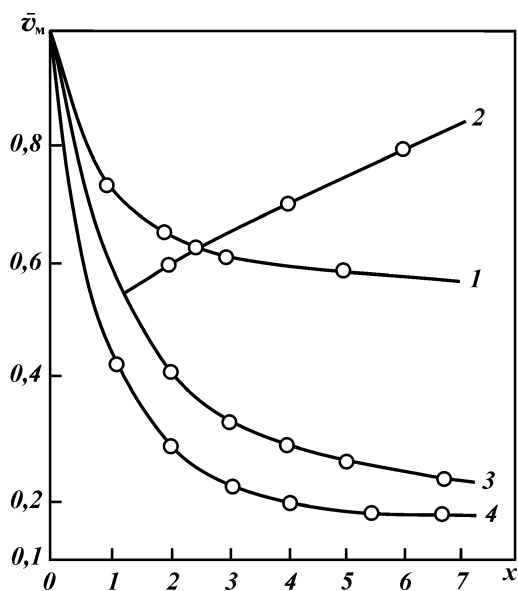
Кроме ухудшения естественного состояния продуктивного пласта за счет проникновения фильтрата бурового раствора и в некоторых случаях твердой фазы на скорость бурения влияет ряд технологических факторов, определяемых буровым раствором: плотность, вязкость, показатели фильтрации, содержание и состав твердой фазы. Эти показатели могут способствовать

увеличению механической скорости проходки (фильтрация) и одновременно снижать проницаемость призабойной зоны или способствовать уменьшению скорости проходки и улучшить состояние призабойной зоны. Вместе с тем основные показатели технологических свойств буровых растворов взаимосвязаны.

На рис. 2.1 представлены зависимости относительной механической скорости проходки от качественных показателей свойств бурового раствора, которые свидетельствуют о том, что эффективность работы долота ухудшается по мере увеличения плотности, количества твердой фазы, вязкости раствора и уменьшения фильтрации. Наибольшее влияние на механическую скорость проходки оказывают плотность и твердая фаза бурового раствора. Воздействие вязкости менее существенно. Отмечено также сильное влияние показателя фильтрации.

В бурении предъявляются повышенные требования к выбору бурового раствора, в первую очередь с позиции предупреждения осложнений и аварий, затем учитывают обеспечение наилучших условий работы породоразрушающего инструмента и, к сожалению, очень редко уделяют внимание максимальной возможности сохранения естественного состояния продуктивного объекта.

Рис. 2.1. Качественная зависимость относительной механической скорости проходки от показателей свойств бурового раствора:
1 – вязкость; 2 – фильтрация; 3 – содержание твердой фазы; 4 – плотность



2.3. ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА СТЕНКИ СКВАЖИН ПРИ ИХ БУРЕНИИ И ЗАКАНЧИВАНИИ

Все гидродинамические эффекты (спускоподъемные операции, промывка ствола скважины, его проработка, спуск обсадной колонны, цементирование колонн и т.д.), наблюдающиеся при бурении скважины, имеют место при ее заканчивании. Если в первом случае нас интересует безаварийная проводка скважины с минимумом затрат времени и средств, то во втором случае, т.е. при заканчивании скважины, определяющим фактором должна быть сохранность продуктивного пласта в состоянии, максимально приближенном к естественному.

Возникновение осложнений при бурении и заканчивании скважин в значительной мере зависит от изменения гидродинамических давлений. Механическая скорость проходки, состояние призабойной зоны, изменение (снижение) проницаемости продуктивного пласта, наконец, его возможный гидроразрыв с проникновением в него бурового или цементного раствора существенно определяются колебаниями гидродинамического давления, которое в отличие от гидростатического может изменяться в широких пределах.

2.3.1. ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНЕ ПРИ БУРЕНИИ

Увеличение гидродинамического давления на стенку скважины и забой прослеживается сразу же после включения насосов, но еще до восстановления циркуляции бурового раствора его величина зависит от плавности запуска бурового насоса, предельного напряжения сдвига раствора, зазора между стенкой скважины и бурильными трубами, а также от глубины скважины.

Дополнительное давление Δp , которое определяется значением предельного напряжения сдвига бурового раствора до возобновления циркуляции, может достигать больших значений.

В соответствии с расчетами общее давление при запуске буровых насосов может быть существенным, поэтому в случае разбуривания продуктивного пласта, представленного непрочными породами, запускать насосы следует плавно, причем предельное напряжение сдвига должно быть минимально допустимым.

Достаточно глубоко изучено изменение гидродинамического

давления на стенку скважины и забой при спускоподъемных операциях (А.М. Пирвердян, М.К. Сеид-Рза и др.). Оно определяется физико-механическими свойствами раствора, скоростью спуска и подъема бурильных и обсадных труб, величиной зазора кольцевого пространства, диаметрами труб и скважин, неровностями поверхностей и др.). С увеличением скорости спуска бурильного инструмента и с повышением физико-механической характеристики бурового раствора гидродинамическое давление повышается.

В зависимости от скорости движения бурильного инструмента меняется и скорость движения раствора. В период разгона (вниз) свечи возникает дополнительное гидростатическое давление.

При движении колонны труб вниз значения прироста давления достигают 50 % первоначального (для $l = 1000$ м, $\rho = 1,25$ г/см³, $\tau_0 = 30$ МПа, первоначальной скорости спуска 1 м/с).

При отрицательном ускорении давление на стенку скважины может снижаться до значения ниже гидростатического. Эти изменения гидродинамического давления создают знакопеременные нагрузки на пласты.

Естественно, при включении насосов или в случае спускоподъемных операций рост гидродинамического давления, причем значительный, отмечается в случае образования сальника на долоте. Возникают давления, достаточные для гидроразрыва продуктивного пласта. Проработка ствола (в том числе под спуск обсадной колонны) также может быть причиной повышения гидродинамической нагрузки на продуктивный пласт при промывке, особенно если в процессе последнего рейса скважина недостаточно очищалась от шлама или происходили осыпи или обвалы стенки скважины.

Некоторые исследователи склонны обращать внимание на повышение (и понижение) давления при восстановлении циркуляции бурового раствора в начале вращения инструмента.

Значение модуля градиента гидроразрыва в более общем случае зависит от типа горной породы, степени анизотропии, пластового (порового) давления, толщины покрывающих пластов, тектонического строения в пределах данной площади, наличия и качества фильтрационной корки и, как уже отмечалось, от физико-механических свойств жидкости.

Определение градиента гидроразрыва может быть осуществлено прямым и косвенными методами. Прямой метод основан на установлении давления, необходимого для разрыва породы, и давления распространения образовавшейся трещины.

При таком методе вводом бурового раствора повышают давление в скважине до предела, при котором произойдет разрыв пласта. К этому предельному значению прибавляют значение гидростатического давления. Сумма этих значений и представляет собой искомую величину.

К косвенным (расчетным) относятся метод Хуберта и Уиллиса, метод Мэтьюза и Келли, метод Итона, метод Кристмана и др.

При заканчивании скважин гидравлический разрыв часто происходит при пуске насосов, бурении, промывке, проработке, спуске бурильного инструмента, особенно когда плотность бурового раствора завышена.

Следствием гидроразрыва газового пласта (как и всякого иного) является падение гидростатического давления и поступление в скважину газа, часто с трагическим исходом.

2.3.2. ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ НА СТЕНКУ СКВАЖИНЫ ПРИ КРИПЛЕНИИ И ЦЕМЕНТИРОВНИИ

В процессе закачки цементного раствора в обсадную колонну и последующей его продавки в заколонное пространство до фиксации момента “стоп” существенно изменяется гидродинамическая ситуация в скважине. В первую очередь это проявляется в эффекте изменения осевых нагрузок на обсадную колонну, а следовательно, и на продуктивный пласт, а если учесть и без того повышенное давление за счет разности плотности растворов, возможность гидроразрыва пласта становится реальностью.

Кроме предварительных работ по установлению изменения нагрузки на обсадную колонну в процессе закачки и продавки цементного раствора фиксацией роста усилия на крюке проведены более точные эксперименты. Увеличение нагрузки в процессе первой стадии работ по цементированию (затворение и прокачивание цементного раствора по всей длине колонны) составляло от 15 до 26 % исходного веса колонны, спущенной в скважину и заполненной буровым раствором.

Увеличение нагрузки находится в прямой зависимости от скорости движения по колонне прокачиваемого цементного раствора, его вязкости и динамического напряжения сдвига при определенной плотности.

Установлено, что чем длиннее обсадная колонна и меньше ее диаметр, тем больше нагрузка на колонну (12,6 % против 2,0–3,0 % при длине обсадной колонны соответственно 3096 и

1757 м); при увеличенном диаметре обсадных колонн закачивание даже значительного количества тампонажного раствора приводит к небольшому увеличению осевой нагрузки. В процессе вытеснения тампонажного раствора в кольцевое пространство осевые напряжения в трубах колонны снижаются в зависимости от конкретных условий цементирования, как правило, на 3–20 % максимального приращения нагрузки при закачивании раствора в колонну.

После прекращения циркуляции некоторое приращение осевой нагрузки происходит, очевидно, из-за явления седиментации, оседания твердой фазы цементного раствора, сопровождаемого водоотстоем в затрубном пространстве. Снижением значений реологических характеристик тампонажного и бурового растворов при цементировании обсадной колонны можно в значительной степени уменьшить дополнительное осевое усилие, в результате чего понижается нагрузка на продуктивный пласт.

Экспериментальные исследования с целью уточненного определения изменения осевых напряжений в трубах обсадной колонны при промывке и цементировании проводились на опытной скважине. Для создания избыточных давлений в трубном и кольцевом пространствах устье скважин было герметизировано специальной головкой. Промывка скважины и заканчивание тампонажного раствора в колонну осуществлялись цементировочными агрегатами.

Для измерения осевых нагрузок использовался силовой магнитоупругий датчик, который был установлен между двумя элеваторами, поддерживающими на устье всю подвеску насосно-компрессорных труб. Графическое изображение функциональных зависимостей представлено на рис. 2.2. Отмечено, что, когда скважина заполнена водой, увеличение осевой нагрузки на колонну больше, чем в случае, когда скважина заполнена буровым раствором. В среднем для случая, когда скважина заполнена водой, приращение нагрузки составляло от 3,8–5,7 % в переходном режиме прокачивания от структурного к ламинарному до 11 % при движении в турбулентном потоке. Когда скважина заполнена буровым раствором, сравниваемые величины соответственно равны 1,5–6,9 % и 4,7–13,3 %.

Как показали проведенные исследования, осевая нагрузка на верхние трубы колонны при ее цементировании увеличилась с ростом значения Re' тампонажного раствора в трубах. Исключением является интервал значений $Re' = 1000 \div 1500$, в котором нагрузка падала.

При переходе тампонажного раствора из труб в затрубное пространство значение дополнительной осевой нагрузки на ко-

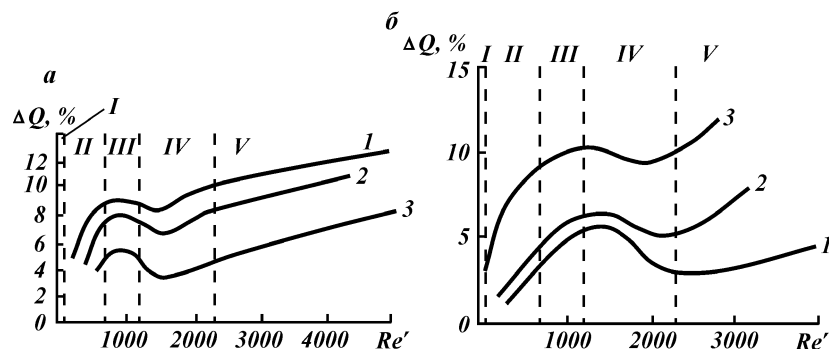


Рис. 2.2. Изменение осевой нагрузки на подвеску 73-мм труб при различных режимах (I–V) течения тампонажного раствора: а – в трубах, НКТ полностью заполнены цементным раствором, кольцевое пространство заполнено: 1 – технической водой плотностью 1,02 г/см³; 2, 3 – буровым раствором плотностью соответственно 1,11–1,21 и 1,24–1,42 г/см³; б – в кольцевом пространстве, НКТ полностью заполнены водой, кольцевое пространство заполнено: 1 – цементным раствором плотностью 1,62–1,80 г/см³ и столбом воды; 2, 3 – соответственно цементным раствором плотностью 1,64–1,82 и 1,67–1,90 г/см³ и глинистым раствором плотностью 1,13–1,20 и 1,28–1,37 г/см³

лонну, зависящее от сил трения его о стенки труб, снижалось. Это снижение неодинаково для различных условий цементирования скважины и ее конструкции. Наиболее характерно изменение осевой нагрузки в момент окончания выхода цементного раствора из заливочных труб. В этот период отмечалось наибольшее снижение осевой нагрузки на колонну.

При одних и тех же значениях параметра Re' величина изменения осевой нагрузки на колонну тем больше, чем выше плотность вытесняемого бурового раствора. Поэтому для случаев, представленных кривыми 2 и 3, силы трения жидкостей о наружную поверхность насосно-компрессорных труб имели большую величину по сравнению с опытами, описываемыми кривой 1. При движении цементного раствора в кольцевом пространстве при значениях $Re' = 1400 \div 2100$ отмечалось снижение сил трения жидкостей о поверхность труб колонны, объясняемое, очевидно, возникновением турбулентной вязкости в переходном режиме течения растворов. Дальнейшее увеличение значения Re' приводило к стабильному росту указанных сил.

Таким образом, изменение режима течения тампонажного раствора в кольцевом пространстве скважины от структурного до турбулентного приводит к снижению осевых нагрузок на

верхние трубы колонны до 10–12 % начальной нагрузки на них перед цементированием скважин.

При проведении комплекса работ по строительству скважины ее гидравлическая система часто подвержена ударным нагрузкам от повышенного или пониженного давления гидроудара.

При остановке потока жидкости в обсадных трубах над пробкой возникает ударная волна повышенного давления, значение которого можно определить из зависимости

$$H_{\text{уд}} = c_{\text{о.т}} Q_0 / g S_{\text{о.т}},$$

где $c_{\text{о.т}}$ – скорость ударной волны в жидкости обсадных трубах; Q_0 – производительность цементировочных агрегатов (ЦА); $S_{\text{о.т}}$ – площадь проходного сечения обсадных труб; g – ускорение силы тяжести.

На практике обычно стремятся не допустить опрессовки колонны после посадки пробки и останавливают агрегаты сразу после получения сигнала о росте давления. Но даже в этом случае обсадные трубы оказываются нагруженными минимум тройным давлением гидроудара. Действительно, на головке отмечается сразу двойное давление, и, как бы быстро не был остановлен агрегат, эта ударная волна успевает отправиться вниз к забойу, где дополнительно увеличивается на $H_{\text{уд}}$.

2.4. ИЗМЕНЕНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН

Проблема качественного вскрытия продуктивного пласта включает большой круг вопросов, хотя до настоящего времени понимается довольно ограниченно – главным образом уделяется внимание буровым растворам, минимально снижающим проницаемость призабойной зоны. Это наиболее доступный для изменения фактор – обработка буровых (позднее тампонажных) растворов с целью снизить или довести даже до нулевого значения водоотдачу буровых (и цементных) растворов.

При бурении в продуктивном коллекторе в связи с нарушением напряженного состояния пород в пристволенной зоне, проникновением фильтрата бурового (и цементного) раствора в пласт, взаимодействием с пластовой газожидкостной смесью и горной породой происходят сложные физико-химические про-

цессы. Фильтрат, проникая в продуктивный пласт, резко уменьшает проницаемость последнего для нефти и газа, что приводит к ряду необратимых процессов. Частично проникает в пласт и твердая фаза буровых растворов; при гидроразрывах пластов значительное количество бурового раствора поступает в пласт, блокируя продвижение флюида к скважине.

Американские исследователи полагают, что существуют следующие основные факторы загрязнения пласта:

- реакция глин, содержащихся в нем, с водой, поступающей из бурового раствора, с последующим набуханием глин;

- кольматация пор пласта твердыми частицами глинистого раствора.

Очевидно, это только часть факторов, которые определяют падение проницаемости призабойной зоны пласта (ПЗП). Если принять к сведению, что на площади образца из обычного песчаника, равной $6,5 \text{ см}^2$, находится до 3000 пор, которые в известной степени определяют проницаемость, то становится понятным, насколько чувствительна эта поверхность к загрязнению.

Зная основные причины снижения проницаемости ПЗП в естественных условиях, можно, если и не предотвратить их влияние, то хотя бы максимально снизить их негативный эффект.

Все известные буровые растворы в той или иной степени отрицательно влияют на ПЗП. Влияние их идет в направлении снижения проницаемости ПЗП за счет прохождения фильтрата (разбухание глинистых включений; образования закупоривающего поры осадка при контактировании с пластовыми водами) в пласт; проникновения в поры пласта твердой фазы; блокирования порового пространства эмульсионными растворами; адсорбционных сил, удерживающих воду в порах и др.

Буровой раствор с высокой водоотдачей нецелесообразно использовать при освоении скважин и добыче нефти и газа, так как он снижает естественную продуктивность пласта и для ее восстановления могут потребоваться перфораторы специального типа или несколько кислотных обработок.

На продуктивность скважин наибольшее влияние оказывает состояние проницаемости призабойной зоны пласта непосредственно у стенки скважины. Ухудшение проницаемости этой зоны происходит практически при любых условиях завершения строительства скважин и зависит от ряда факторов:

- состава бурового раствора при бурении (глины, воды, примесей и реагентов раствора);

- противодавления на пласт от столба бурового раствора;

длительности пребывания продуктивного пласта под давлением столба бурового раствора;
состава цементного раствора;
глубины и плотности перфорации обсадной колонны;
длительности пребывания пласта под раствором после перфорации;
способа вызова притока флюида из пласта и освоения скважин.

Установлено, что состав и свойства буровых растворов, применяемых для вскрытия продуктивных пластов, должны удовлетворять следующим требованиям:

фильтрат бурового и цементного растворов должен быть таким, чтобы при проникновении его в призабойную зону пласта не происходило набухания глинистого материала, соле- и пенообразования в пористой среде горных пород;

гранулометрический состав твердой фазы бурового и цементного растворов должен соответствовать структуре порового пространства, т.е. для предотвращения глубокой кольматации содержание частиц диаметром большим на 30 % размера поровых каналов или трещин должно быть не менее 5 % от общего объема твердой фазы промывочного агента;

поверхностное натяжение на границе раздела фильтрат – пластовый флюид должно быть минимальным;

водоотдача в забойных условиях должна быть минимальной, а плотность и реологические параметры – такими, чтобы дифференциальное давление при разбуривании продуктивной толщи было близким к нулю, хотя для промывки скважин при вскрытии продуктивных пластов, к сожалению, используют главным образом глинистые буровые растворы, обработанные или не обработанные химическими реагентами. Причем технология обработки этих растворов химическими реагентами определяется требованиями только безаварийной проходки ствола скважины, а не качественным вскрытием продуктивного пласта. Сроки освоения и продуктивность скважин, пробуренных в идентичных условиях, могут быть различными и в значительной степени зависят от качества работ по вскрытию пластов.

Если исходить из условий максимального сохранения природного состояния коллектора, то продуктивный пласт необходимо вскрывать при условии депрессии или равновесия между пластовым и забойным давлениями. Однако в настоящее время отсутствуют технические средства, которые могли бы надежно обеспечить такие условия проводки скважин (вращающиеся превенторы, дистанционно управляемые дроссели, сепараторы бурового раствора). Поэтому на практике вынуждены вскры-

вать пласты в условиях репрессии. Репрессия как фактор имеет преобладающее значение: от нее зависят все остальные процессы взаимодействия пласта с буровым раствором. Репрессия также является причиной изменения естественной раскрытости трещин и влияет на степень деформации пород в прискважинной зоне.

Значения давления на забое и степень его влияния на призабойную зону во многом определяются характером и интенсивностью проводимых в скважине операций. Наибольшие гидродинамические давления возникают в скважине при восстановлении циркуляции бурового раствора. Несмотря на то что гидродинамические давления при восстановлении циркуляции действуют на пласт кратковременно, в пределах 3–5 мин, значения забойного давления при этом могут достигать 75–80 % полного горного давления, что иногда вызывает гидроразрыв пласта. Причинами роста гидродинамических нагрузок на пласт являются также высокие скорости спускоподъемных операций. Гидродинамическая репрессия на пласты при этом может возрастать до 3–9 МПа.

Химическим составом бурового раствора определяется в основном интенсивность развития вторичных процессов, возникающих при контакте фильтрата с нефтью, газом, остаточной водой и породой коллектора. Совокупность этих процессов приводит к возрастанию газогидродинамических сопротивлений в зоне проникновения фильтрата при фильтрации нефти на различных этапах освоения и эксплуатации скважины. Увеличение гидравлических сопротивлений происходит в результате проявления молекулярно-поверхностных свойств системы нефть – газ – порода – остаточная вода – фильтрат и изменения структуры порового пространства породы.

На стадии вызова притока из пласта прирост гидравлических сопротивлений при фильтрации нефти через зону проникновения главным образом определяется особенностями двухфазной фильтрации. Значение этих дополнительных сопротивлений зависит от многих факторов и в целом оценивается фазовой проницаемостью для флюида при совместном течении нефти с фильтратом через пористую среду с измененной структурой поровых каналов. Изменение структуры порового пространства в зоне проникновения может быть обусловлено взаимодействием фильтрата как с минеральными компонентами породы (набухание глин, химическое преобразование), так и с остаточной водой (возможность образования нерастворимых осадков).

Степень загрязнения поровых каналов твердой фазой бурового раствора в наибольшей мере определяется размерами ка-

налов, их структурой, дисперсностью и концентрацией твердой фазы в растворе, а также значениями водоотдачи бурового раствора и перепада давления в системе скважина – пласт.

Влияние зоны коьматации на приток флюида к стволу скважины варьирует в широких пределах. Наибольшее отрицательное влияние зоны коьматации отмечается в скважинах с открытым забоем. В скважинах с закрытым забоем это явление в основном нейтрализуется перфорацией. В последнем случае следует оценивать влияние зоны коьматации, формирующейся на стенках перфорационных каналов.

Проникновение в пласт коллоидных и субколлоидных частиц, а также макромолекул органических соединений сопровождается их адсорбцией в поровом пространстве нефтенасыщенных пород. Эти частицы адсорбируются, как правило, на границах раздела нефть (газ) – фильтрат, и если поверхности раздела неподвижны, теряют свободу перемещения. При наличии в нефти большого количества асфальтосмолистых веществ проникающие в пласт коллоидные и субколлоидные частицы адсорбируются на поверхности раздела фаз совместно с асфальтенами и смолами и образуют плотные межфазные пленки. В газонасыщенных пластах эти частицы адсорбируются на стенках поровых каналов. Поскольку указанные межфазные пленки и адсорбционные слои уменьшают сечение поровых каналов и практически не растворяются в нефти, следует предупредить их формирование путем введения в буровой раствор синтетических ПАВ.

Степень загрязнения порового пространства породы-коллектора продуктами взаимодействия солей остаточной воды с химическими реагентами, поступающими в пласт с фильтратом, определяется наличием в воде осадкообразующих катионов. Образующиеся нерастворимые соединения в зависимости от характера смачиваемости их поверхности скапливаются в водной или нефтяной фазе, адсорбируясь чаще всего на границах раздела нефть – фильтрат.

Повышение качества вскрытия продуктивных пластов следует осуществлять двумя путями:

выбором соответствующего типа бурового раствора для конкретного месторождения (пласта), обладающего определенными геолого-физическими свойствами породы-коллектора, слагающего пласт, и физико-химическими свойствами пластовых флюидов с обязательным учетом степени возможных изменений петрографических свойств породы после вскрытия и условий фильтрации нефти или (и) газа через зону проникновения;

выбором технологических режимов вскрытия, промывки

скважины и проведения спускоподъемных операций, обеспечивающих минимальные размеры зоны проникновения компонентов бурового раствора в пласт.

Буровой раствор, предназначенный для вскрытия продуктивного пласта, перфорационных и других операций в скважине, при которых неизбежно его контактирование с компонентами пластовой системы, должен отвечать следующим основным требованиям:

- обладать способностью быстро формировать на стенках скважины практически непроницаемую фильтрационную корку, препятствующую проникновению фильтрата в пласт;

- иметь такой состав жидкой фазы, который при практикуемых в настоящее время значениях депрессии, создаваемых при освоении скважины, позволял бы уже в первые часы работы скважины ликвидировать без заметных остаточных явлений последствия проникновения фильтрата в призабойную зону;

- твердая фаза бурового раствора или ее большая часть должна полностью растворяться в кислотах (нефти), что позволит удалять ее со стенок скважины и закольматированной зоны пласта при освоении. Гранулометрический состав твердой фазы должен обеспечивать минимальное количество проникновения раствора в трещины (поры) пласта за счет образования закупоривающих тампонов на входе в трещину.

Требования к технологии вскрытия сводятся к тому, чтобы режим вскрытия, промывка скважины и спускоподъемные операции выбирались с учетом обеспечения минимальной зоны проникновения фильтрата бурового раствора, не превышающей глубины перфорационных каналов.

Выбор бурового раствора для вскрытия осуществляется для каждого типа пород-коллекторов, отличающихся друг от друга основными признаками и условиями залегания. Для этой цели все известные в настоящее время типы пород-коллекторов разделены на четыре классификационные категории, в каждой из которых сгруппированы породы-коллекторы, обладающие примерно одинаковой реакцией на технологические воздействия. В качестве критерия разделения пород-коллекторов на отдельные категории использованы геологические и технологические факторы, которые раскрывают условия проявления и возможность прогнозной оценки вида, интенсивности и масштаба развития процесса взаимодействия пород пласта с буровым раствором, а также последствий этого процесса.

Лабораторными исследованиями, проведенными на естественных и искусственных кернах в России и за рубежом, установлено, что проникающая в призабойную зону пласта вода в

определенных условиях снижает естественную фазовую проницаемость коллектора для нефти более чем на 50 %, которая очень медленно восстанавливается или не восстанавливается совсем (табл. 2.1). На коэффициент восстановления проницаемости существенно влияет не только состав воды, применяемой при вскрытии пласта, но и скорость фильтрации (градиент давления). Восстановление проницаемости керна при различных условиях находится в пределах 45–85 %. Добавка к буровому раствору применяемых различных реагентов, улучшающих его механические свойства, может больше снизить естественную проницаемость коллектора. Влияние различных буровых растворов на первоначальную проницаемость пористой среды приведена в табл. 2.2. Таким образом, как показывают лабораторные исследования, проведенные в России и за рубежом, применение буровых растворов на водной основе, как правило, приводит к существенному необратимому снижению проницаемости коллекторов.

В табл. 2.3 приведены данные о снижении коэффициента продуктивности скважин на Майкопском газоконденсатном месторождении после закачки в них бурового раствора.

Приведенные примеры убедительно показывают, что проникновение в пласт фильтрата и бурового раствора отрицательно влияет на его коллекторские свойства, в результате чего удлиняются сроки освоения скважин, снижается их производитель-

Т а б л и ц а 2.1

Восстановление проницаемости керна

Порода	Первоначальная нефтепроницаемость, мкм ²	Вода	Коэффициент восстановления проницаемости, %	Исследователи
Искусственный песчаник (без примеси глины)	0,6	Пресная	53	Жигач и Паус (МИНГ)
	1,0		62	
	1,4		68	
	2,0		74	
Девонский песчаник Ромашкинского месторождения	0,4	“ Пластовая (девонская)	42	В.А. Шевалдин (ТатНИИ)
	1,2		46	
	2,0		50	
	0,4		86	
	1,2		84	
Юрский песчаник Таллинского месторождения	2,0	Любая	82	Н.Р. Рабинович (ВНИИКР-нефть)
	0,01–0,2		55	

Т а б л и ц а 2.2

Влияние буровых растворов на проницаемость керна

Буровой раствор	Восстановление первоначальной проницаемости, %
Вода	59,4
Буровой раствор без добавки реагентов	71,7
Буровой раствор + 10 % УЩР	47,5
Буровой раствор + 1 % КМЦ	59,8
Пена	94,2
Раствор на нефтяной основе	95,0

Т а б л и ц а 2.3

Уменьшение коэффициента продуктивности

Номер скважины	Продуктивный горизонт	Время, сут		Коэффициент продуктивности, м ³ /МПа		K ₁ /K ₂
		пребывания бурового раствора в скважине	эксплуатации до исследования	до закачки раствора K ₁	после закачки раствора K ₂	
7	I	48	10	683	340	2,0
17	II	1435	182	323	126	2,6
21	II	1498	73	2638	542	4,8
66	II	77	2	1157	902	2,4
14	III	1756	220	1210	355	3,4
18	III	1007	13	805	204	3,9
23	III	55	2	1200	165	7,3
24	III	84	24	2321	859	2,7
30	III	69	113	1575	541	2,9

ность, уменьшается коэффициент нефтеотдачи, а на различных площадях по этой причине могут быть пропущены отдельные продуктивные пласты и пропластки.

Большие осложнения возникают при вскрытии продуктивных пластов на скважинах глубиной 4000–5000 м. На большой глубине трудно регулировать давление на забое вследствие высокого пластового давления и температуры, а также периодического проникновения в буровой раствор газа. Положение усугубляется еще тем, что приходится прибегать к утяжелению бурового раствора до плотности 1,8–2,2 г/см³. В этих условиях, чтобы избежать возможных проявлений пласта, вскрытие его проводят при весьма большом превышении давления на забое над пластовым. Это влечет за собой разрыв пласта и уход в него больших количеств раствора, особенно при часто повторяющихся

ся спускоподъемных операциях, когда имеет место резкое изменение гидродинамического давления на стенки скважин.

О чрезмерном превышении (в %) давления в стволе скважин в процессе вскрытия над пластовым можно судить по следующим фактическим данным.

Куйбышевская область	18–48
Украина	50–80
Азербайджан	60–120

Вследствие этого глубина проникновения фильтрата в продуктивный пласт может быть весьма большой. По данным специальных исследований она составляла на нефтегазовых месторождениях Азербайджана 1,4–2,5 м, на Майкопском газоконденсатном месторождении 0,5–3,0 м, на Самотлорском месторождении 6–37 м и т.д.

Наиболее глубокое проникновение фильтрата и твердой фазы бурового раствора отмечается в процессе вскрытия трещинных коллекторов.

Значения глубины зоны изменений проницаемости (ухудшенной), определенной в результате гидродинамических исследований на Речинском и Самотлорском месторождениях, приведены в табл. 2.4.

Цементирование эксплуатационной колонны может также оказывать отрицательное влияние на проницаемость призабойной зоны, особенно когда пластовое давление ниже или выше гидростатического. В первом случае происходит проникновение в пласт не только фильтрата цементного раствора, но и собственно раствора, так как при цементировании эксплуатационной колонны почти во всех случаях применяют цементный раствор плотностью 1,8–1,85 г/см³. Конструкция скважины в большинстве случаев подчиняется задачам успешной проходки ствола скважины, хотя и не всегда отвечает условиям сохранения проницаемости призабойной зоны пласта в процессе его вскрытия.

Т а б л и ц а 2.4

Месторождение	Номер скважины	Протяженность за- грязнения ПЗП, м	Месторождение	Номер скважины	Протяженность за- грязнения ПЗП, м
Речинское	15	57	Самотлор- ское	2155	14
	16	28		2149	6
	20	32		2159	11
	50	20		3077	7
	80	41		1521	34
	250	55		1523	27

Анализ состояния вскрытия нефтяных и газовых пластов при разведочном и эксплуатационном бурении, систематические исследования влияния различных буровых растворов на проницаемость пористой среды, проведенные в России и за рубежом, показывают, что продуктивные пласты необходимо вскрывать со строгим учетом геолого-физических особенностей коллектора и физико-химической характеристики насыщающих его жидкостей.

2.4.1. ОСОБЕННОСТИ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН НА ГАЗОВЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Последовательность операций, проводимых при заканчивании скважин на газовых и газоконденсатных месторождениях, принципиально не отличается от выполнения аналогичных работ на нефтяных месторождениях. Однако оптимальная технология вскрытия пласта имеет свои особенности. Например, при вскрытии газового пласта на Уренгойском месторождении, представленного кварцевыми песками и песчаниками с малым содержанием глинистого цемента нецелесообразно, как считают специалисты, использовать растворы на углеводородной основе (РУО) или на основе специальных химических реагентов.

На этом и некоторых других газовых и газоконденсатных месторождениях Западной Сибири экономически обосновано применение существующей технологии вскрытия продуктивного пласта с использованием бурового раствора, обработанного химическими реагентами, предотвращающими снижение естественной проницаемости пласта. В то же время, когда, применяя существующую технологию, не удастся получить промышленный приток газа, необходимо искать новые типы растворов. Примером могут служить условия вскрытия продуктивного пласта на Астраханском газоконденсатном месторождении, где газовая залежь представлена коллекторами порово-трещинного типа большой мощности.

В течение нескольких лет продуктивные объекты на Астраханском месторождении вскрываются с промывкой глинистым хлоркальциевым раствором плотностью $1,75 \text{ г/см}^3$. В результате существенно снижается проницаемость призабойной зоны продуктивного пласта, освоение скважин затрудняется и требуется неоднократное проведение мероприятий по интенсификации притока газа. Конструкция скважин в зоне многопластовой залежи должна выбираться исходя из условия достижения максимального охвата дренированием каждого продуктивного

объекта и всей залежи в целом. Решить этот вопрос возможно в результате раздельного опробования каждого объекта разработки.

Опыт разработки газовых и газоконденсатных месторождений Северного Кавказа, Средней Азии и других регионов свидетельствует о том, что в тех случаях, когда при вскрытии и образовании многопластовых продуктивных залежей не учитываются особенности отдельных эксплуатационных объектов, конечный коэффициент газоотдачи составляет немного более 50 %. Так, в начальный период разработки Ленинградского газоконденсатного месторождения во всех скважинах осуществлялось вскрытие всего газонасыщенного интервала единым фильтром. В результате одновременной эксплуатации сразу всех продуктивных пачек планируемый объем добычи газа и конденсата обеспечивался меньшим числом скважин. Однако за сравнительно короткий период времени произошло опережающее обводнение контурными водами второй, наиболее продуктивной пачки, обладающей наилучшими коллекторскими свойствами и наибольшими запасами газа и конденсата. Несмотря на принятые мероприятия, направленные на повышение конечной газоотдачи (бурение новых скважин с комбинированной системой вскрытия промежуточного горизонта, возврат на нижележащие продуктивные пачки и др.), коэффициент газоотдачи обводненной зоны второй продуктивной пачки составил всего 58 %.

Аналогичные условия наблюдаются при эксплуатации скважин на Майкопском и Куцевском газоконденсатных месторождениях, где текущий коэффициент газоотдачи обводнившихся продуктивных пачек составляет 0,44–0,57 и 0,79 соответственно.

Требованиям качественного вскрытия газовых пластов с коэффициентом аномальности пластового давления ниже 0,8 в большой степени удовлетворяет применение газообразных и пенных агентов для очистки скважины от выбуренной породы. В качестве газообразных агентов применяют воздух, дымовые газы от специального дымогенератора, азот, природный и углекислый газы. Несмотря на бесспорный положительный эффект, получаемый при использовании газообразных агентов и заключающийся в сохранении естественной проницаемости призабойной зоны пласта и повышении дебитов скважин, данный способ все еще не находит широкого применения на практике.

Широкому внедрению способа вскрытия пласта с продувкой препятствуют недостатки, присущие каждому газообразному

агенту. Например, при использовании воздуха в стволе скважины образуются взрывоопасные смеси, приводящие к тяжелым авариям. Использование азота или углекислого газа сдерживается из-за их относительно высокой стоимости и отсутствия специального оборудования. Применение природного газа сопряжено с опасностью его возгорания и неизбежностью значительных потерь газа. И наконец, независимо от типа используемого газообразного агента сложившаяся технология имеет существенный недостаток – не ограничивается верхний предел скорости восходящего потока газообразного агента. Это приводит к чрезмерному износу буровой и обсадной колонн, а также к разрушению устьевого оборудования.

СевКавНИИГазом совместно с ПО «СевКавГазпром» разработаны технология и технологическое оборудование для вскрытия газоносного пласта в условиях аномально низких пластовых давлений (АНПД) с продувкой забоя выхлопными газами ДВС, обеспечивающими равновесие давления в систем скважина – пласт. Использование выхлопных газов ДВС исключает образование взрывоопасной смеси в скважине, а технология предполагает регулирование скорости восходящего потока, что предупреждает износ устьевого оборудования.

Для вскрытия газоносного пласта с применением выхлопных газов ДВС необходимо следующее технологическое оборудование:

- компрессорные установки с подачей 30–50 м³/мин на рабочее давление 3,0 МПа;

- устьевые вращающие герметизаторы на рабочее давление 5,0–10,0 МПа.

Для охлаждения и очистки выхлопных газов могут быть использованы аппараты воздушного охлаждения типа АВГ-П-160 РР и маслолагоотделители типа ВО-1.

Не находит широкого применения в бурении нефтяных и газовых скважин также и технология вскрытия пласта с промывкой пенами. Основными факторами, тормозящими использование пен при вскрытии продуктивных пластов с аномально низким давлением, являются:

- большие затраты энергии и материалов на приготовление и разрушение пенного промывочного агента, а также на его очистку от выбуренной породы;

- потребность в дополнительном специальном технологическом оборудовании;

- недостаточная изученность процессов, происходящих в скважине и призабойной зоне пласта при промывке пеной.

СевКавНИИГазом разработана новая технология вскрытия

пласта на истощенных газовых месторождениях промывкой скважины трехфазной пеной по замкнутой герметизированной системе циркуляции. Эта технология обеспечивает многократное использование минимально необходимого для промывки скважины объема трехфазной пены при условии высокого качества вскрытия продуктивного пласта с аномально низким давлением.

Применение данной технологии позволяет:

вскрывать пласты с давлением, равным 0,1–0,3 от гидростатического, без существенных поглощений, обеспечивая высокое качество проводимых работ;

существенно экономить энергию и материалы на процессы промывки скважины;

исключить аварийные ситуации при газопроявлениях;

не допускать загрязнения окружающей среды;

увеличить добычу газа за счет ввода в эксплуатацию новых или бездействующих скважин, в которых вскрыть пласт с промывкой глинистым раствором, водой или различными эмульсиями не представляется возможным.

Другим перспективным направлением совершенствования технологии проводки скважин и вскрытия продуктивных пластов является бурение с регулированием дифференциального давления в системе скважина – пласт. Суть этого метода заключается в том, что процесс бурения осуществляется при так называемом сбалансированном давлении или равновесии между пластовым и гидродинамическим давлениями в скважине. Для этого изучены условия формирования залежей с АВПД и построены карты их распространения по опорным горизонтам в ряде районов страны.

Методы равновесного бурения с регулированием дифференциального давления в системе скважина – пласт базируются на оперативном контроле за пластовым давлением и на корректировке плотности бурового раствора. Появляется необходимость частых остановок (перерывов) в бурении для замера пластового давления (по значению устьевого давления) и изменения плотности бурового раствора.

В СевКавНИИГазе разработана технология вскрытия продуктивного пласта на равновесии путем регулирования дифференциального давления в условиях герметизированной системы циркуляции, что дает возможность существенно упростить технологическую схему промывки и плавно регулировать давление промывочного агента в системе.

Специфическая особенность герметизированной системы циркуляции – наличие буферного компенсатора, с помощью ко-

торого производят подачу бурового раствора от устья к приему насосов по трубопроводу под давлением параллельно открытой системе циркуляции. Это позволяет оперативно применять различные модификации технологии равновесного бурения:

бурение на равновесии – проведение полного цикла буровых работ (спуск, подъем, бурение) при $p_3 = p_{пл}$;

бурение с избыточным давлением – проведение полного цикла буровых работ при $p_3 > p_{пл}$;

бурение с использованием двух растворов, когда равенство $p_3 = p_{пл}$ имеет место только при бурении, а спускоподъемные операции осуществляются после замены раствора в скважине на более тяжелый;

бурение с загерметизированным устьем, когда давление на забое скважины в статическом состоянии меньше пластового (т.е. $p_3 < p_{пл}$).

При этом буровые работы осуществляются с применением комплекса герметизирующих устройств на устье скважины.

В промысловой практике имеется немало примеров, когда скважины, показавшие хорошие признаки нефтеносности в процессе бурения, после цементирования эксплуатационной колонны при освоении дают очень низкий приток из продуктивного объекта. Применение в этих условиях облегченных тампонажных растворов плотностью 1,5–1,54 г/см³ с пониженной фильтратоотдачей (добавки фильтроперлита 5 %) позволило при освоении обеспечить увеличение дебита в 3 раза по сравнению с дебитом скважин, цементиовавшихся по старой технологии.

Тампонажные растворы, применяемые для цементирования продуктивных пластов, представляют собой сложные физико-химические системы, которые несовместимы с буровыми растворами, предшествующими их применению. Взаимодействие компонентов тампонажного раствора с остатками бурового в трещинах, порах пласта, как правило, приводит к увеличению закупоривающего эффекта и к усложнению задачи восстановления проницаемости призабойной зоны пласта при освоении и вводе скважины в эксплуатацию.

Отечественная и зарубежная практика показала, что основные способы, направленные на предотвращение отрицательных последствий цементирования колонн на свойства продуктивных объектов, следующие: снижение репрессии на пласт, уменьшение фильтратоотдачи тампонажного раствора и достижение наибольшего физико-химического соответствия фильтрата тампонажного раствора компонентам коллектора, составу пород пласта и пластовых флюидов.

Практически этого можно достигнуть осуществлением следующих мероприятий:

ограничением высоты подъема тампонажного раствора в одну ступень путем применения специальных муфт при определенной скорости подъема раствора за колонной и уменьшении показателей его структурно-механических свойств, что позволяет снизить репрессию на пласты;

снижением плотности тампонажного раствора (по всей высоте зоны цементирования или выше кровли продуктивного пласта) путем применения облегчающих добавок или аэрацией;

уменьшением фильтратоотдачи тампонажных растворов путем добавок полимеров или применения растворов на углеводородной основе, что позволяет снизить эффект закупоривания фильтрационных каналов в коллекторе вследствие гидратации его глинистых компонентов, выпадения солевых осадков и проявления поверхностных сил;

креплением продуктивного пласта без цементирования с использованием гравийных фильтров, обсадки продуктивного пласта перфорированной колонной-фильтром, (хвостовиком), цементированием с установкой пакера в кровле продуктивного пласта и закачкой тампонажного раствора за колонну через спецмуфту выше пакера и др.;

оставлением необсаженного (открытого) ствола в зоне продуктивного пласта со спуском и цементированием эксплуатационной колонны до кровли продуктивного пласта.

Целесообразность применения того или иного мероприятия из перечисленных выше определяется геолого-физическими особенностями месторождений и устанавливается специальными исследованиями, которые требуют своего развития.

При наличии зон АНПД в разрезах скважин с целью обеспечить поднятие цементного раствора до проектной высоты используют газонаполненные тампонажные системы, полученные путем подачи воздуха компрессором или эжектором-аэратором в поток закачиваемого в скважину тампонажного раствора или с применением рецептур цементных растворов, включающих газогенерирующие реагенты.

Трехфазные газонаполненные тампонажные системы обладают низкой плотностью, повышенной блокирующей способностью за счет наличия газовой фазы при снижении нагрузок вышележащего столба вследствие “зависания”, обеспечивают поддержание внутривязного давления на уровне 90 % от условногидростатического, получение малопроницаемого прочного цементного камня с повышенными адгезионными связями.

Аэрированные тампонажные суспензии представляют собой устойчивую дисперсию (газа, жидкости, твердой фазы), полученную путем аэрирования тампонажного раствора, который готовят из портландцемента, затворенного водой. В качестве пенообразователей следует применять поверхностно-активные вещества типа неонол АФ9-12, превоцелл марок NG-10, NG-12, образующих устойчивую пену в среде тампонажного раствора.

В качестве замедлителей времени загустевания цементного раствора рекомендуется использовать НТФ и ОЭДФ. Количество замедлителя подбирается исходя из конкретных условий.

Степень аэрации (отношение объема воздуха, приведенного к нормальным условиям, к объему тампонажного раствора) выбирается из условия получения средней плотности столба тампонажного раствора, обеспечивающей подъем его до проектной глубины без осложнений. Требуемая степень аэрации достигается подбором соотношения расхода жидкой и газовой фаз в зависимости от имеющихся технических средств. Аэрацию производят компрессорами высокого давления или компрессором буровой установки в совокупности с эжектором-аэратором. До блока или к блоку манифольдов подсоединяется гидравлический активатор, а в нагнетательной линии после блока манифольдов размещают струйный диспергатор-смеситель. Поддачу пенообразователя осуществляют цементировочным агрегатом через гидроактиватор к блоку манифольдов.

Основные контролируемые параметры аэрированных суспензий следующие: кратность пены, которая должна быть больше или равна 3; устойчивость (отношение объема цементного камня к объему аэрированного тампонажного раствора), которая должна быть равна 1 (100 %); растекаемость приблизительно 14 см; плотность аэрированного раствора не более 0,2 г/см³; время загустевания, определяемое на цементных растворах с добавками пенообразователей и других реагентов без принудительной аэрации (к полученному времени загустевания добавляют 20 мин – поправка на замедляющий эффект аэрации).

Процесс цементирования скважин газонаполненными тампонажными материалами включает применение в качестве буферной жидкости трехфазной пенной системы с содержанием твердой фазы портландцемента. Такая система в общем удовлетворяет основному назначению буферной жидкости – предотвращать смещение промывочной жидкости и цементного раствора.

Рекомендуемый диапазон добавок цемента для получения

стабильной буферной жидкости составляет 20–35 %. Эта система имеет запас свободной жидкости, способной участвовать в формировании новой структурированной и подвижной системы с глинистой фазой промывочной жидкости и компонентами глинистой корки. Придание буферной жидкости химически активных свойств при контактировании с глинистой коркой позволяет, помимо выполнения разделительной функции, достичь эффекта разрушения глинистой корки и выноса ее части из зоны цементирования. Используют буферную жидкость объемом от 3 до 6 м³.

Физические особенности добываемого газа (низкая вязкость, малая плотность) обуславливают повышенную вероятность каналообразования в затрубном пространстве в период ожидания затвердения цементного раствора (ОЗЦ).

2.4.2. ОСОБЕННОСТИ ЗАКАНЧИВАНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Выбор варианта заканчивания горизонтальных скважин определяется типом пластов, их однородностью, прочностью, характером флюидов и др. Поэтому основная задача (и основная трудность) состоит в получении этих данных.

В зарубежной практике опробованы различные варианты заканчивания горизонтальных скважин с использованием перфорированной потайной колонны; горизонтальный дренирующий участок не обсажен; потайная колонна полностью зацементирована; предварительно перфорированная потайная колонна частично зацементирована или оснащена внешними пакерами.

В случае одного дренирующего коллектора, который обсаживается горизонтальным участком ствола скважины, и если геомеханическая характеристика пласта позволяет, неповрежденный горизонтальный ствол не цементируется, но может быть обсажен предварительно перфорированной потайной колонной. В противном случае при наличии трещин, пересекающих нескольких пластов, газовых шапок, водоносных горизонтов в проекты закладывают обычно один из следующих методов.

1. Использование внешних пакеров, которыми весь вскрытый ствол может быть разбит на несколько секторов, что позволяет стимулировать выбираемую зону, изолировать зону, заполненную водой или газом из газовой шапки. Цементирование не исключается при наличии пакеров.

2. В случае необходимости проведения гидроразрыва хвостов

вик цементируется (в том числе при наличии специальных пакеров). Цементирование (с пакерами или без них) может быть необходимо для изоляции верхней части пласта (горизонтальное напластование), в который нежелательно поступление газа из газовой шапки (или поступает верхняя вода). При изоляции газовой шапки рекомендуется частичное цементирование горизонтального участка, при гидроразрыве пласта требуется цементировать весь участок.

Вскрытие продуктивного пласта следует осуществлять с использованием специальных жидкостей, требования к которым должны быть более жесткими, чем в случае вскрытия продуктивного пласта вертикальным стволом скважины. Такое требование оправдывается тем, что вскрытие (образование дренажного канала) пласта проводится на значительном участке, и, следовательно, загрязнение пласта тоже может быть весьма существенным (более длительным по времени).

Спуск сплошной (или потайной) колонны при современных технико-технологических возможностях сложен. Но важнейшим вопросом является ее цементирование. Поэтому наибольшее внимание должно быть уделено специальным (по всей вероятности, жестким) центраторам.

Цементирование обсадной колонны (лайнера) должно обеспечить равномерное вытеснение бурового раствора цементным из заколонного пространства. В зарубежной практике удовлетворительное цементирование колонны достигается применением стабилизаторов и жестких центраторов, в отечественной – жестких центраторов.

Если основные технологические параметры процесса цементирования должны уточняться по мере накопления опыта применительно к различным площадям и геолого-физическим условиям, то тампонажные растворы следует подбирать конкретно к каждой скважине по известным методикам. Но общими и обязательными для всех условий должны быть седиментационная устойчивость, нулевой водоотстой и низкая водоотдача. Применительно к цементированию горизонтальных стволов скважин необходимо радикально изменить требования к цементному раствору. После цементирования в горизонтальном дренажном канале не должна скапливаться вода; объем тампонажного раствора не должен уменьшаться (при переходе раствора в гелеобразное состояние); тампонажный раствор должен быть равноплотным по диаметру; скоплений бурового раствора в горизонтальном стволе не должно быть во избежание его обезвоживания и образования каналов при контакте с твердеющим цементным раствором – камнем.

Однако при проведении горизонтального канала в однородном пласте жесткие требования к тампонажному раствору и технологии цементирования могут быть распространены на краевые участки; в случае фациально-неоднородного пласта, наличии трещинообразований, перемежаемости требования должны выдерживаться по всем правилам технических условий.

Необходимо применять буферные разделительные жидкости между вытесняемым буровым и вытесняющим тампонажным растворами. Объем буферной жидкости и ее характеристика должны быть такими, чтобы обеспечить вытеснение бурового раствора. Если ее применение чем-либо ограничено, то следует увеличивать объем тампонажного раствора (для тех же целей).

Важнейший этап работы – контроль качества цементировочных работ; приборы, спускаемые в скважину, должны центрироваться (используются специальные прокладки под приборы в обсадной колонне, но их установка не должна помешать сигналу датчика).

Перфорацию обсадной колонны и цементного кольца следует производить с использованием специальных жидкостей и перфораторов, спускаемых на НКТ.

В зарубежной практике (в 2000 г. в США 40 % нефти и газа планируется добывать с использованием горизонтальных скважин) обычно заканчивают скважины традиционным способом с использованием жидкостей глушения, которые нередко ухудшают коллекторские свойства пласта в пристволенной зоне. Применяют также сбалансированное бурение. Основная цель таких операций – защита продуктивных пластов от загрязнения скважинными жидкостями во время бурения и заканчивания скважин. Вторичная цель – предупреждение чрезмерных потерь таких жидкостей в пласт. Эта технология предполагает ряд специальных мер, которые будут рассмотрены ниже.

В США большое внимание уделяется сохранению коллекторских свойств продуктивных пластов при их вскрытии. Решающее значение при этом имеет выбор бурового раствора при заканчивании скважин. Буровые растворы специально готовят для вскрытия продуктивного пласта, при цементировании, перфорации, возбуждении притока, а также для создания столба жидкости над пакером и перед ним.

Отсюда происходит деление специальных буровых растворов на две большие группы.

1. Жидкости, не созданные специально для заканчивания скважин, но применяемые в процессе этих работ ввиду соответ-

ствия их свойств требованиям, предъявляемым к определенной операции, или вследствие доведения этих свойств до требуемого уровня специальной обработкой.

2. Жидкости, специально созданные для заканчивания скважин, в частности, для конкретного вида работ. Они имеют низкую водоотдачу. Компоненты таких жидкостей растворимы в нефти, кислоте, воде либо способны биологически разлагаться (любое загрязнение в результате их применения может быть устранено). Сюда могут быть отнесены рассолы со специальной системой утяжеления или со специально подобранными наполнителями, выполняющими в процессе заканчивания скважин определенные функции, а также меловые эмульсии и стабильные пены.

Углеводородные растворы нашли широкое применение в практике заканчивания скважин и обеспечивают их максимальную естественную производительность. Наибольший интерес среди этих растворов представляют растворы на нефтяной основе (РНО), в которых в качестве дисперсионной среды используется нефть и которые в качестве дисперсной фазы могут содержать воду. Из РНО нашли применение два различных типа растворов: собственно растворы на нефтяной основе и обращенные эмульсии. В обращенных эмульсиях содержится 20–75 % воды, которая позволяет регулировать реологические и фильтрационные свойства. Для улучшения реологических и фильтрационных свойств этих растворов при бурении в условиях действия высоких температур вводятся модифицированные глины. Обращенные эмульсии имеют нулевую статическую водоотдачу: динамическая водоотдача при $\Delta p = 70$ МПа составляет 7–10 м³. При обратном отмыве керна качественные эмульсионные растворы обеспечивают 90–98%-ный возврат к первоначальной скорости фильтрации.

В растворах на нефтяной основе может содержаться до 20 % воды. Для поддержания фильтрационных и реологических свойств в этих растворах используются материалы, имеющие коллоидные размеры (окисленный на воздухе битум).

Широкие возможности для применения в области заканчивания скважин имеют меловые эмульсии. Эмульсии готовятся на основе нефти, а ее стабилизация достигается с помощью тонко измельченного мела. Меловые эмульсии легко растворяются в кислоте, имеют малую водоотдачу. Они применяются при вскрытии карбонатных пластов (в которых почти всегда проводятся кислотные обработки), для разбуривания водовосприимчивых песчаников и т.д.

В США при заканчивании скважин для вскрытия продук-

тивных горизонтов с низким пластовым давлением находят широкое применение пены.

Методы вскрытия продуктивных отложения для эффективного сохранения коллекторских свойств продуктивных горизонтов должны отвечать ряду основных требований:

формировать в проницаемых стенках ствола гидроизолирующий слой, фильтрационные и прочностные характеристики которого практически исключают гидравлическую связь всех вскрываемых бурением пластов со скважиной как при положительных, так и при отрицательных забойных дифференциальных давлениях, изменяющихся в технологически допустимых пределах;

обеспечивать долговременную изоляцию непродуктивных горизонтов на стадии подготовки ствола к креплений;

создавать условия для эффективного восстановления гидравлической связи нефтегазовых пластов со скважиной на стадиях освоения и эксплуатации.

На основании изложенного можно обосновывать следующие показатели сравнительной оценки качества вскрытия продуктивных отложений:

1) коэффициент полной приемистости интервала продуктивных отложений;

2) градиент давления испытания ствола на гидромеханическую прочность;

3) максимальные дифференциальные забойные давления при вскрытии продуктивных отложений;

4) сравнительные геолого-физические характеристики и параметры пластов продуктивных отложений (толщина пластов и гидроизолирующих перемычек, пластовые давления и температура, удельный дебит, коэффициенты продуктивности, гидропроводности, ПЗП, скин-фактор, обводненность продукции);

5) показатели качества разобщения продуктивных горизонтов в заколонном пространстве от водоносных пластов (однородность цементного камня по плотности и сплошность по высоте, отсутствие или наличие заколонных перетоков, притока чуждых пластовых флюидов к фильтру скважины).

Указанные показатели обеспечивают получение корректных сравнительных оценок качества вскрытия продуктивных отложений на основе сопоставимости геолого-технических условий заканчивания, освоения и эксплуатации скважин и учета влияния технологических факторов на коллекторские свойства призабойной и удаленной зон нефтегазовых пластов.

2.4.3. ЗАКАНЧИВАНИЕ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ ПРОЯВЛЕНИЯ СЕРОВОДОРОДА

В последнее время резко увеличилось число разведанных месторождений сероводородсодержащих газов и нефти. Разведанные запасы сероводородсодержащих газов на месторождениях РФ к настоящему времени по категориям А + В + С составили более 10 % общих запасов природного газа по стране. Сероводород является ценным сырьем для получения элементарной серы. В СНГ открыты месторождения, содержащие большое количество сероводорода: Астраханское газоконденсатное, а также Тенгизское и Жанажолское в Западном Казахстане. С ростом глубины бурящихся скважин расширяются перспективы открытия новых месторождений сероводородсодержащих газов и нефти.

Вместе с тем заканчивание скважин в условиях проявления сероводорода связано с большими трудностями. Сероводород может существенно нарушить процессы вскрытия пластов, крепления и освоения скважин. При этом есть опасность отравления обслуживающего персонала, возникновения взрывов и пожаров, коррозии буровой колонны и бурового оборудования, аварий в скважине. По химической агрессивности коррозионному воздействию и токсичности сероводород является уникальным веществом, практически не имеющим в природе аналогов по комплексности своего отрицательного влияния на все окружающее.

В настоящее время нет какого-либо единого абсолютно надежного способа защиты бурового оборудования от сульфидного разрушения, поэтому при заканчивании скважин нашла применение комплексная защита, включающая нанесение покрытий, использование ингибиторов, труб и оборудования из стали и сплавов, наименее подверженных влиянию сероводорода.

Содержание сероводорода в продуктивном пласте может при его вскрытии значительно нарушить процесс бурения. Попадая в буровой раствор на водной основе, H_2S вызывает снижение его водородного показателя pH до 5–6, что влечет за собой резкое изменение свойств раствора (коагуляция, деструкция химических реагентов и т.д.). Снижение pH объясняется тем, что H_2S при растворении в воде диссоциирует и образует слабую кислоту:



В 1 л воды при температуре 20 °С и давлении 0,1 МПа растворяется 3,85 г H_2S . При повышенном давлении растворимость

резко увеличивается. Так, при давлении 20 МПа и температуре 104 °С растворимость составляет 340 г/л. Растворимость H_2S в органических растворителях значительно выше, чем в воде. В алифатических и ароматических углеводородах его растворимость составляет 5–20 г/л при 20–45 °С. Это необходимо учитывать при использовании растворов на нефтяной основе.

Лабораторные и промысловые данные показали, что при пропускании сероводорода через буровые растворы, стабилизированные УЦР, КМЦ-500, КМЦ-600, гипаном, крахмалом, значительно повышаются условная вязкость (УВ) и статическое напряжение сдвига (СНС). При этом происходит снижение pH раствора. При $pH < 7$ растворы находятся в пастообразном состоянии, что может привести к образованию сальников и прихватам бурильных труб.

Несмотря на актуальность вопроса о влиянии сероводорода на свойства бурового раствора, объем информации об исследованиях в этой области сравнительно невелик. Кроме того, сведения, публикуемые в отечественной и зарубежной литературе по данному вопросу, носят противоречивый характер, что не позволяет выявить закономерности взаимодействия сероводорода с глинистыми буровыми растворами и на основе этого разработать требования к материалам и реагентам для их приготовления.

В зависимости от значения pH в растворе могут присутствовать как молекулярный сероводород, так и HS^- и S^{2-} . Молекулярный сероводород существует в кислой среде ($pH < 7$), а при росте pH сероводород переходит в бисульфидное состояние; при дальнейшем увеличении pH ($> 9,5$) бисульфид превращается в растворимый сульфид и становится относительно безвредным.

Первые признаки поступления сероводорода в буровой раствор следующие:

- снижение pH и показателя тиксотропных свойств (сближение значений СНС за 1 и 10 мин – CHC_1 и CHC_{10});

- увеличение показателей реологических и фильтрационных свойств;

- изменение цвета раствора (раствор темнеет или приобретает темно-зеленую окраску).

Более надежным для обнаружения поступления сероводорода в буровой раствор является контроль за содержанием в нем сульфидов (качественный и количественный). Сульфиды в буровом растворе обычно обнаруживаются до вскрытия сероводородсодержащего пласта (примерно на расстоянии 100 м), так как сероводород вследствие диффузии может проникать в вышележащие пласты. Появление достаточно высокой концен-

трации сульфидов в буровом растворе (50–100 мг/л) служит сигналом о приближении к сероводородсодержащему пласту. Это позволяет на малоизученных площадях своевременно принимать меры по химической обработке буровых растворов при бурении скважин в условиях сероводородной агрессии.

Большинство методов качественного контроля за содержанием сульфидов основано на их разложении с последующей индикацией выделившегося сероводорода. Чаще всего в качестве индикатора применяют фильтровальную бумагу, смоченную раствором ацетата свинца. Бумага при наличии сероводорода чернеет вследствие образования сульфида свинца. Можно также применять методику с использованием 10%-ного раствора нитропрусида натрия $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{SN})_5 \cdot \text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. При наличии сероводорода раствор (в присутствии NaOH) окрашивается в фиолетовый цвет.

Методы количественного контроля и анализа основаны на следующей принципиальной схеме:

- разложение в образце бурового раствора кислотой сульфидов на сероводород и соль соответствующей кислоты;

- продувка пробы раствора инертным газом (азот, аргон и т.д.) и удаление сероводорода в склянку с поглотителем (твердым или жидким);

- определение содержания сероводорода в поглотителе (обычно йодометрическим методом) и пересчет на весь объем раствора.

В связи со значительной химической активностью сероводорода особенное значение приобретают правила отбора проб бурового раствора. Пробу необходимо отбирать при минимальной длительности контакта раствора с воздухом во избежание окисления сероводорода. Хранить пробы необходимо в специальном герметичном сосуде, полностью заполненном. Следует избегать длительного хранения проб.

В каждой пробе раствора необходимо установить наличие:

- свободного сероводорода, отдуваемого азотом добавления кислоты;

- сероводорода, связанного в неустойчивые водорастворимые сульфиды щелочных и щелочно-земельных металлов (в водном компоненте раствора после добавления кислоты);

- сероводорода, связанного в устойчивые, водонерастворимые сульфиды (после воздействия кислотой на твердую фазу бурового раствора).

Такая детальная оценка позволяет выяснить эффективность действия реагента-нейтрализатора; выявить необходимость дополнительной обработки нейтрализатором; учесть количество

сероводорода, поглощенного буровым раствором за определенное время.

Информация, полученная при таких анализах проб бурового раствора, позволяет с большой надежностью прогнозировать химическую обработку при бурении последующих скважин на площади.

Сероводород вызывает разрушение труб и оборудования в результате электрохимической, общей коррозии и водородного охрупчивания. Современные представления о стимулирующем влиянии H_2S на электронные реакции основаны на предположении образования промежуточных соединений металл – сероводород, ускоряющих протекание реакций. Образование нефазового хемосорбированного катализатора на поверхности металла и прочная связь атомов железа с серой приводят к ослаблению связи между атомами металла, что облегчает их ионизацию. Большое значение в процессе сероводородной коррозии имеют продукты коррозии общей формулы Fe_xS_y , которые являются катодом по отношению к стали, образуя с ней гальваническую пару. Разность потенциалов этой пары достигает 0,2–0,4 В. Главная опасность воздействия сероводородсодержащих сред заключается в сопутствующем общей коррозии усилении наводороживания стали, приводящей к охрупчиванию металла и коррозионному растрескиванию оборудования.

Сталь теряет пластичность при содержании водорода в количестве 7–12 см³ на 100 г металла. Сульфидное растрескивание опасно тем, что визуально оно не обнаруживается, а разрушение происходит чаще всего неожиданно и скачком. Многочисленные исследования и практический опыт показывают, что в сероводородсодержащих средах необходимо применять мягкие, пластичные стали твердостью не более HRC-22 и прочностью, не превышающей $63 \cdot 10^7$ Па (такие, как сталь 20, С-75, С-90 и др.). Неметаллические включения увеличивают склонность сталей к коррозионному растрескиванию, которое усиливается также при наличии сварных швов, вмятин, следов ударов.

Вследствие водородного охрупчивания стали при поломках труб характерно образование вокруг зоны основного разрыва обширной сети “кружевообразных” трещин произвольной зоны. Это позволяет устанавливать причины поломки труб, даже если неизвестны условия, в которых произошло разрушение.

В целом отечественный и зарубежный опыт заканчивания скважин на месторождениях, содержащих сероводород, позволил выявить некоторую закономерность. В частности, при низком и среднем давлении в первую очередь происходит общая

коррозия или одновременно коррозия и водородное охрупчивание: при повышенном давлении – главным образом водородное охрупчивание труб, а общая коррозия иногда просто не успевает заметно развиваться.

Таким образом, при вскрытии пластов с высоким содержанием сероводорода следует опасаться разрушения металла. Особенно опасным являются водородное расслоение и растрескивание, возникающие на отдельных участках, в то время как остальная поверхность остается неповрежденной.

Применение нейтрализаторов сероводорода. К группе реагентов-нейтрализаторов, связывающих H_2S в водорастворимые сульфиды, относятся гидроксиды щелочных и щелочно-земельных металлов, а также некоторые их соли. Метод контроля за содержанием сероводорода в буровых растворах с использованием щелочных реагентов был одним из первых, примененных с этой целью в бурении, что прежде всего обусловлено доступностью указанных реагентов. Реакции их с сероводородом идут с образованием преимущественно кислых сульфидов щелочных и щелочно-земельных металлов, которые легко растворимы в воде. Нормальные сульфиды устойчивы в сильнощелочной среде. Как показала практика бурения низкотемпературных скважин, на месторождениях с невысоким содержанием H_2S (Оренбургская область, Татария) при поддержании у буровых растворов $pH \leq 9$ путем ввода кальцинированной воды практически предотвращаются прихваты бурильной колонны. Однако такой метод контроля имеет существенный недостаток, который практически лишает его самостоятельного промышленного значения. Это объясняется тем, что реакции щелочей с H_2S обратимы по своей природе. В результате установления равновесия в системе всегда присутствует свободный сероводород, содержание которого зависит от pH системы и температуры, увеличиваясь с повышением последней.

Парциальное давление сероводорода в воздухе над раствором можно выразить (при $pH > 8$) следующим образом:

$$p_{H_2S} = 4 \cdot 10^9 [S_i] \cdot 10^{-pH},$$

где S_i – концентрация растворенных сульфидов.

В соответствии с этим уравнением для поддержания безопасного уровня парциального давления содержание H_2S ($p_{H_2S} < 2 \cdot 10^{-4}$ Па) при $pH = 12[S_i]$ должно быть не менее 5000 мг/дм^3 , при $pH = 11$ – менее 500 мг/дм^3 , при $pH = 10[S_i]$ – менее 50 мг/дм^3 . При $pH < 10$ метод контроля за содержанием сероводорода с использованием щелочных реагентов может быть опасным даже при наличии следов водорастворимых сульфидов.

Нейтрализаторы, связывающие сероводород в водонерастворимые сульфиды. Одним из первых карбонатов тяжелых металлов, использованных для связывания H_2S , был основной карбонат меди – $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$. Плотность его составляет $3,5 - 4,0 \text{ г/см}^3$, в холодной воде он нерастворим. Основной карбонат меди дает при реакции с H_2S нерастворимый в воде и кислотах черный сульфид меди. Однако во влажном состоянии в воздухе он довольно легко окисляется до сульфата меди, растворимого в воде. Кроме того, в растворах возможно осаждение меди на бурильных трубах, и вследствие образования микрогальванопар наблюдается резкая интенсификация коррозии стали. По этим причинам основной карбонат меди не нашел широкого применения для нейтрализации сероводорода в буровых растворах.

Другой карбонат, который более успешно использован для связывания сероводорода, – основной карбонат цинка $2ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$. Содержание цинка в нем составляет 55 %, плотность – $3,8 \text{ г/см}^3$. Этот нейтрализатор разработан фирмой “Милчем” и получил товарное наименование mil-Gard. Сероводород реагирует с основным карбонатом цинка с образованием нерастворимого в воде сульфида. При температуре $25^\circ C$ для осаждения 1 моль сульфида натрия требуется 2,6 моль карбоната цинка. При увеличении температуры это соотношение изменяется, и при температуре $65^\circ C$ 1 моль карбоната цинка связывает уже 1 моль сульфида. Карбонат цинка удаляет сероводород как из кислых растворов, так и из щелочных. Цинк по активности стоит левее железа, поэтому он не является по отношению к нему анодом и не будет увеличивать скорость коррозии стали. В этом отношении основной карбонат цинка явно превосходит основной карбонат меди. Применение основного карбоната цинка наиболее эффективно при удалении небольших количеств сульфидов из буровых растворов с высоким pH, в которых скорость его реакции с сульфидами очень высока. К недостаткам этого карбоната следует отнести коагулирующее воздействие на буровые растворы (правда, в полной мере это относится не ко всем его сортам).

К карбонатам тяжелых металлов, способным связывать сероводород, относится и сидерит. Известен способ нейтрализации сероводорода путем введения в буровой раствор сидерита, который представляет собой железную руду с содержанием 66–69 % карбоната железа $FeCO_3$. С этой целью в буровой раствор, например глинистый с добавкой УЩР, вводят сидерит с удельной поверхностью $1500-2500 \text{ см}^2/\text{г}$ до объемной доли 5–40 %. В зависимости от дисперсности 1 г сидерита способен необратимо связывать в течение 1 ч от 45 до 150 мг H_2S .

Особенно следует отметить, что даже при максимальном содержании сидерита буровой раствор сохраняет приемлемые для практики бурения структурно-механические свойства, что является преимуществом данного способа нейтрализации сероводорода. Кроме того, сидерит практически не обладает ферромагнитными свойствами, усложняющими процесс бурения, и недефицитен.

Благодаря комплексному действию сидерита как достаточно эффективного нейтрализатора сероводорода и кислоторастворимого утяжелителя при бурении скважин поддерживается постоянная готовность бурового раствора к возможному проявлению сероводорода, а при восстановлении проницаемости коллектора сидерит, находящийся в порах и трещинах пласта, растворяется кислотой.

Оксиды железа (вернее их гидраты) используются для очистки газов от сероводорода уже более 100 лет.

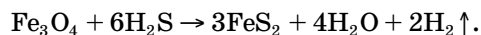
ВолгоградНИПИнефть предложен реагент ЖС-7, который представляет собой тонкодисперсный порошок, состоящий из 95 % оксида железа Fe_2O_3 . Это продукт утилизации отходов травления стали. Получение его основано на высокотемпературном выпаривании раствора FeCl_3 и последующей сушке образовавшегося гидроксида железа до Fe_2O_3 . Образовавшийся оксид железа имеет развитую реакционную поверхность и довольно высокую поглотительную способность (не менее $0,2 \text{ м}^3/\text{H}_2\text{S}/\text{кг}\cdot\text{ч}$) при соотношении $\text{H}_2\text{S} : \text{реагент} = 1 : 1$.

Однако реагент ЖС-7 имеет существенный недостаток, который ограничивает область применения его для обработки буровых растворов на водной основе, несмотря на высокую эффективность по нейтрализации сероводорода. Этот реагент содержит большое количество водорастворимых солей, вследствие чего оказывает коагулирующее воздействие на глинистые буровые растворы, особенно неингибированные. Общее содержание водорастворимых солей в реагенте ЖС-7 составляет 3–5 % (в основном – соли трехвалентного железа). Вследствие коагулирующего влияния на глинистые растворы верхний предел фактически достигнутой концентрации ЖС-7 в пресных растворах ограничен $100 \text{ кг}/\text{м}^3$. Путем дополнительной обработки реагента щелочью для “высаживания” солей железа можно увеличить указанный предел для $300 \text{ кг}/\text{м}^3$. Во многих случаях это может оказаться недостаточным для полной нейтрализации H_2S , особенно в глинистых растворах, в большей степени подверженных воздействию H_2S .

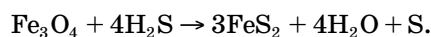
В США разработан реагент для нейтрализации H_2S , имеющий торговое название Ironite Sponge. Это синтетический оксид

железа Fe_3O_4 , получаемый при контролируемом окислении железного порошка. Частицы Ironite Sponge приобретают при этом пористую структуру с чрезвычайно развитой удельной поверхностью ($5\text{--}10 \text{ м}^2/\text{г}$). Для получения этого реагента обычно применяют железный порошок, содержащий около 3,5 % углерода, что способствует образованию пористой структуры. Он подвергается окислению при относительно невысокой температуре ($205\text{--}230^\circ\text{C}$). Окисление проводят в контролируемых условиях, что способствует получению оксида Fe_3O_4 без перехода к Fe_2O_3 , который химически менее активен, чем магнетит. Полученный материал подвергают дальнейшей обработке для разрушения агрегатов. В целом технология получения Ironite Sponge довольно сложна, чем и объясняется высокая его стоимость. Средний размер 98 % частиц Ironite Sponge составляет $1,5\text{--}600 \text{ мкм}$. Твердость этого материала по шкале Мооса около 6, а плотность $4,55 \text{ г/см}^3$. Материал ферромагнитный, на чем основана методика определения концентрации его в буровых растворах. В зависимости от условий реакций (pH, температура и т.д.) Ironite Sponge может образовать с сероводородом пирит FeS_2 или сульфид железа типа FeS и элементарную серу.

Принято считать, что в кислой среде ($\text{pH} < 7$) этот реагент вступает в реакцию с H_2S с образованием пирита:



В слабощелочной среде ($\text{pH} = 8\text{--}10$) реакция между Ironite Sponge и сероводородом протекает иначе:



При сравнении эффективности нейтрализации H_2S с использованием Ironite Sponge и коммерческого оксида железа (гематита) установлено, что данный реагент эффективнее гематита в 4–8 раз, хотя по удельной поверхности превосходит его в 15–20 раз. На эффективность действия Ironite Sponge существенно влияет скорость перемешивания, что также свидетельствует о значительном влиянии диффузии на скорость реакции. Чтобы полнее реализовать большие потенциальные возможности Ironite Sponge по нейтрализации H_2S , необходимы соответствующие условия, которые не всегда можно создать в скважине. Обычно для эффективной нейтрализации H_2S требуется увеличение концентрации Ironite Sponge, что, естественно, влечет за собой значительное удорожание буровых работ и снижение их технико-экономических показателей. Все перечисленное с учетом больших материальных, трудовых и энергетических затрат

на получение Ironite Sponge ставит под сомнение необходимость применения этого высокоактивного поглотителя H_2S .

В б. ВНИИКСнефти был предложен утяжелитель-нейтрализатор сероводорода на основе природного оксида железа (магнетита), получивший название СНУД. Способ получения этого реагента заключается в измельчении магнетитового концентрата мокрым способом в шаровых мельницах.

При этом не только увеличивается химическая активность магнетита, но и улучшаются его качественные показатели как утяжелителя (снижается абразивность, магнитная восприимчивость, седиментационная устойчивость). Все это в целом обеспечивает СНУД значительные преимущества по сравнению с применявшимися ранее железистыми утяжелителями (табл. 2.5)

Как нейтрализатор сероводорода СНУД уступает известным реагентам (ЖС-7, Ironite Sponge, ВНИИТБ-1 – технический диоксид марганца). Однако вторая функция СНУД (утяжеление раствора) позволяет за счет высокой, реально достижимой концентрации (до 1200 кг/м^3) не только повысить плотность до $2,0\text{--}2,2 \text{ г/см}^3$, но и значительно увеличить сероводородно-поглотительную способность 1 м^3 бурового раствора (до $150\text{--}180 \text{ м}^3$) H_2S .

С учетом того, насколько важна для скорости взаимодействия нейтрализаторов с H_2S скорость массопереноса в системе, очевидно, что наличие СНУД в необходимом избытке обеспечит высокую скорость нейтрализации H_2S в отличие от малых добавок высокоактивных реагентов.

Т а б л и ц а 2.5

Сравнительная характеристика нейтрализаторов сероводорода

Показатели	Ironite Sponge	СНУД	ЖС-7	Т-66	ВНИИТБ-1	Сиде- рит
Активность по нейтрализации H_2S , $\text{м}^3/(\text{кг}\cdot\text{ч})$ (не менее 0,20)	0,22	0,15	0,20	0,04	0,275	0,10
Предельная кон- центрация в буровом раство- ре на водной основе, кг/м^3	800	1200	300	100	50	1200
Продукты реак- ции реагента H_2S		Fe_xS_y		Три- гианы	MnS , $MnSO_4$	Fe_xS_y
Стабильность продуктов реак- ции		Стабильны			Мало- стабиль- ны	Ста- биль- ны

Продукты взаимодействия СНУД с H_2S (так же, как Ironite Sponge и ЖС-7) – сульфиды железа с общей формулой $Fe_x \cdot S_y$ нерастворимы в воде. В буровом растворе при попадании в него кислорода они медленно окисляются до элементарной серы и $Fe(OH)_3$ (последняя может снова взаимодействовать с сероводородом).

Несомненный интерес с точки зрения практического применения исследованных реагентов-нейтрализаторов представляют результаты исследования влияния состава бурового раствора на скорость реакции нейтрализации сероводорода реагентами на основе магнетита – СНУД и Ironite Sponge.

Установлено, что добавки к воде КМЦ, NaCl и глины как основных компонентов минерализованных буровых растворов, применяемых для промывки в интервалах залегания сероводородсодержащих пластов в разных производственных объединениях (Краснодарнефтегаз, Оренбурггазпром и др.), уменьшают скорость реакции СНУД с H_2S в среднем на 30–60 %. Для бурового раствора, содержащего 2 % бентонитовой глины (объемная доля), 5 % хлорида натрия и 1 % КМЦ-600 (массовая доля в пересчете на сухое вещество), остальное – вода, уменьшение количества H_2S , поглощенного 1 м³ раствора (Δm), по сравнению с использованием в качестве бурового раствора воды составило 45 %. Так как количественные закономерности влияния исследованных компонентов бурового раствора на его поглотительную способность установить трудно из-за сложности протекающих в нем процессов, предлагается для практических целей считать, что скорость реакции реагентов на основе магнетита с сероводородом в буровых растворах исследованного состава по сравнению с реакцией в воде уменьшается примерно на 50 %.

Важными являются и результаты сравнения скорости реакции с сероводородом реагентов СНУД и Ironite Sponge. Если в воде скорость реакции Ironite Sponge с сероводородом в 1,5–2,0 раза выше, чем реагента СНУД, то в исследованном буровом растворе она отличается незначительно. Это объясняется различием структур частиц реагентов СНУД и Ironite Sponge.

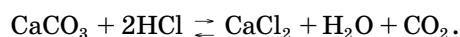
Последний состоит из частиц магнетита размером 1,5–6,0 мкм. Поверхность частиц Ironite Sponge развита настолько, что сама по себе реакция этого реагента с H_2S протекает почти мгновенно. Однако в воде лимитирующей стадией реакции является диффузия сероводорода на поверхности частиц реагента, причем в буровом растворе диффузия происходит еще более замедленно, и реакционные возможности Ironite Sponge используются не полностью. На скорость реакции СНУД с H_2S также влияет диффузия сероводорода. Однако благодаря мень-

шим размерам частиц СНУД (в среднем 3 мкм) и большому их количеству при одинаковом массовом содержании условия для диффузии H_2S несколько лучше, чем при добавлении Ironite Sponge. Вследствие этого и происходит выравнивание скорости реакции реагентов СНУД и Ironite Sponge с сероводородом в буровом растворе.

Нейтрализация H_2S водорастворимыми солями с образованием нерастворимых в воде сульфидов тяжелых металлов имеет узкую и специфическую область применения в бурении.

Во-первых, это связано с коагулирующим действием водорастворимых солей на глинистые буровые растворы и невозможностью получения достаточно высокой концентрации этих солей. Во-вторых, большинство солей реагируют с H_2S обратимо, так как образующиеся сульфиды растворимы в кислотах. Однако в некоторых районах бурения существуют специфические условия, позволяющие применять эти соли для связывания H_2S .

В частности, Уфимским нефтяным институтом была разработана технология бурения скважин в купольной части месторождения Узень. При бурении скважин в интервале глубин 60–130 м в третичных отложениях, сложенных в основном трещиноватыми известняками, происходит полное поглощение бурового раствора, сопровождающееся выделением сероводорода на устье скважины. Предложенная технология бурения в этих отложениях основана на химическом связывании H_2S непосредственно в пласте в целях как предотвращения выхода его в скважину, так и закупорки трещин в пласте продуктами реакции. В основу положены следующие химические реакции:



Бурение скважины начинают с промывки технической водой, содержащей 0,2–0,4 % FeCl_3 . После вскрытия первого поглощенного пласта на глубине 60–65 м бурение продолжают без круговой циркуляции, а содержание FeCl_3 в воде поддерживают в пределах 0,1–0,2 %. С устья затрубное пространство орошают водой, содержащей 0,2–0,4 FeCl_3 .

Органические реагенты-нейтрализаторы. В Уфимском нефтяном институте для связывания сероводорода был предложен реагент Т-66, относящийся к соединениям класса 1,3 – диоксицикланам. Это легкоподвижная маслянистая жидкость от желтого до коричневого цвета со специфическим запахом. Плотность 1,03 г/см³, температура замерзания ниже –25 °С,

растворимость в воде до 90 %, хорошо растворяется в органических растворителях. Реагент Т-66 улучшает смазывающие и противоизносные свойства технической воды, является высокоэффективным пеногасителем. Реагент Т-66 и образующиеся при взаимодействии его с сероводородом замещенные тритианы являются ингибиторами коррозии (степень защиты – 70–85 %). Исследования показали, что добавка до 7,5 % реагента Т-66 не оказывает отрицательного влияния на показатели качества буровых растворов. В нормальных условиях для поглощения 0,1 г/л сероводорода необходимо 2–4 г/л реагента с молярной массой 200. При увеличении температуры скорость реакции H_2S с реагентом Т-66 значительно увеличивается (в кислой среде). В среднем принято считать (для условий Астраханского газоконденсатного месторождения), что 1 г Т-66 поглощает 50 мг сероводорода.

Недостатки Т-66 следующие:

- очень сильная зависимость скорости реакции от pH;
- реакция протекает только в кислой среде при $pH = 3-5$;
- отсутствие достаточно надежного способа определения концентрации Т-66 в буровом растворе;
- малая поглотительная активность;
- необходимость использования спецтранспорта для транспортировки Т-66, так как он выпускается в жидком виде, а для хранения – емкостей закрытого типа, что увеличивает стоимость бурения скважин.

Однако с учетом полифункциональности Т-66 он может быть использован как вспомогательный нейтрализатор сероводорода.

В БашНИПИнефти проведены экспериментальные исследования и опробован в промышленных условиях новый сероводород-нейтрализующий реагент Сульфидан, относящийся к классу сероорганических соединений. Реагент представляет собой порошок белого цвета плотностью 1,02–1,04 г/см³, негорючий, нетоксичный, хорошо растворимый в воде.

В табл. 2.6 приведены данные об оптимальной концентрации исследованных реагентов для нейтрализации H_2S , концентрация которого при проведении всех опытов была практически одинаковой.

Как следует из результатов проведенных экспериментов, по нейтрализующей способности Сульфидан значительно превосходит известные реагенты.

Реагенты-окислители. К этой группе относятся перекись водорода, хроматы цинка, диоксид марганца и др.

ВНИИТБ предложен реагент для нейтрализации сероводорода ВНИИТБ-1, представляющий собой отходы производст-

Т а б л и ц а 2.6

Оптимальные концентрации нейтрализаторов сероводорода

Нейтрализатор	Организация-разработчик	Внешний вид	Оптимальная концентрация, г/л	Полнота нейтрализации, %
ВНИИТЬ-1 ЖС-7	ВНИИТЬ ВолгоградНИПИ-нефть	Паста Порошок	0,1 5–10	94 90
Т-66 Сульфидан	УНИ БашНИПИнефть	Жидкость Порошок	2–3 0,06–0,09	67–70 97–100

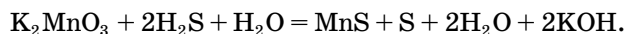
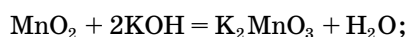
ва никотиновой и аскорбиновой кислот при следующей массовой доле компонентов: 60–65 % MnO_2 , 3–5 % KOH , 30–37 % влаги. Основным нейтрализующим веществом является MnO_2 , а собственно реагент именуется техническим диоксидом марганца.

В результате проведения экспериментов установлено, что после нейтрализации сероводорода pH раствора растет, что способствует устойчивости продуктов реакции (MnS) и предотвращает повторное выделение свободного сероводорода. В связи с этим отпадает необходимость дополнительного ввода в раствор реагентов для поддержания его требуемой щелочности.

Такое влияние технического диоксида марганца объясняется следующим образом. Можно предположить, что во влажной среде при избытке MnO_2 образуются манганиты (K_2MnO_3) по реакции



Манганиты более активны; они растворяют, окисляют и связывают H_2S . При этом с учетом амфотерности MnO_2 возможно протекание реакции нейтрализации следующим образом:



Таким образом, эффект повышения pH раствора обусловлен выделением KOH в осадок в процессе взаимодействия манганитов калия с сероводородом.

С сильным окисляющим действием MnO_2 связаны и недостатки этого реагента. Он способен увеличивать, особенно при высокой температуре (более 100 °C), термоокислительную деструкцию органических реагентов, вследствие чего в определенных случаях может значительно возрасти показатель фильтрации буровых растворов.

Многообразие разработанных реагентов-нейтрализаторов в

нашей стране и за рубежом свидетельствует, с одной стороны, о значительной потребности в хороших реагентах при ведении буровых работ, а с другой – о недостаточном соответствии существующих реагентов требованиям технологии бурения в условиях сероводородной агрессии. Практически ни один из разработанных в настоящее время материалов не удовлетворяет в полной мере всем требованиям, предъявляемым к ним технологией и экономикой бурения.

Тампонажные цементы повышенной коррозионной стойкости. К настоящему времени в б. ВНИИКРнефти разработаны рецептуры тампонажных цементов с повышенной коррозионной стойкостью формирующегося из их растворов камня. К ним можно отнести легкий типа ЦТЛ и облегченный типов ЦТО и ЦТОК тампонажные цементы, цементы нормальной плотности типов ШПЦС, НКИ и НП (предложены совместно СевКавНИИгазом и ДИСИ) и утяжеленный коррозионно-стойкий тампонажный цемент марок ЦТУК-120.

Тампонажные цементы ЦТД и ЦТО состоят из смеси вяжущего (используются тампонажные портландцементы для “холодных” скважин при температуре от 15 до 50 °С, для “горячих” скважин – от 50 до 100 °С, песчанистый – от 100 до 150 °С) и двух облегчающих добавок – фильтровального перлита и шлифовальной пыли, полученной после шлифовки асбестоудержающих резинотехнических изделий.

Основной облегчающей добавкой является фильтровальный перлит (на его поверхности связывается большое количество воды). Шлифовальная пыль выполняет роль облегчающе-стабилизирующей (отвержденные полимеры низкой плотности и волокна асбеста) добавки, которая отличается химической стойкостью и гидрофобностью (в ее состав входит полиэтилсилоксановая жидкость), за счет чего и повышается коррозионная стойкость камня из ЦТЛ и ЦТО.

Плотность тампонажного раствора из ЦТЛ – 1,3 г/см³ (В/Ц = 1,4), из ЦТО различных марок – 1,4, 1,5 г/см³ и 1,6 г/см³ (В/Ц = 1,2÷0,8). Предел прочности цементного камня при изгибе $\sigma_{изг}$ через 48 ч твердения при температуре 75 °С составляет 1,6–3,2 МПа, при температуре 22 °С равен 0,4–1,4 МПа.

Облегченный тампонажный цемент повышенной коррозионной стойкости типа ЦТОК состоит из вяжущего (в зависимости от температуры применения используют алинитовый цемент, тампонажные портландцементы, ШПЦС) и облегчающей добавки – керогена. Кероген – органоминеральная тонкомолотая добавка низкой плотности (не более 1,25 г/см³), гидрофобная,

химическая стойкая. При сравнительно небольшом В/Ц, равном 0,70–0,55, плотность раствора из ЦТОК разных марок составляет 1,4; 1,5 и 1,6 г/см³; значение $\sigma_{изг}$ через 48 ч твердения при температуре 75 °С составляет 1,9–4,3 МПа, при температуре 22 °С равно 0,7–1,6 МПа.

Повышенная коррозионная стойкость камня из ЦТЛ, ЦТО и ЦТОК достигается благодаря тому, что в его структуре имеются химически стойкие частицы (шлифовальная пыль, кероген), обеспечивающие гидрофобность порового пространства камня. Кроме того, камень из ЦТОК имеет меньшую пористость, что в целом затрудняет фильтрацию, агрессивность флюидов и замедляет его разрушение.

Тампонажный цемент типа ЦТОК приготавливают как в местах потребления (дозируют вяжущие и кероген, поставляемые в мешках), так и централизованно на механизированных складах или заводах.

Тампонажный шлакопесчаный цемент типа ШПЦС, выпускаемый Константиновским заводом утяжелителей, состоит из доменного основного шлака и кварцевого песка, измельченных совместно, и тампонажного портландцемента (только для марки ШПЦС-120). Плотность тампонажного раствора при В/Ц = 0,43÷0,45 составляет 1,790 ± 0,3 г/см³, температура применения ШПЦС – от 100 до 250 °С. После 24 ч твердения при температуре 120 и 200 °С $\sigma_{изг}$ составляет соответственно 4,0–6,0 и 5,0–7,6 МПа.

Тампонажные сероводородостойкие цементы НКИ и НП выпускаются Днепродзержинским цементным заводом. Цементы НКИ получают при совместном помоле никелевого шлака, портландцементного клинкера и известняка, а НП – никелевого шлака и кварцевого песка. Температурный диапазон применения НКИ от 90 до 150 °С, НП от 120 до 200 °С. По физико-механическим свойствам раствора и камня эти цементы аналогичны ШПЦС.

Утяжеленный коррозионно-стойкий тампонажный цемент марки ЦТУК-120 выпускается Константиновским заводом утяжелителей. ЦТУК-120 получают при совместном помоле доменного основного шлака, кварцевого песка и гидрофобизирующей добавки – парафина. Для получения необходимой плотности тампонажного раствора (2,05–2,15 и 2,16–2,3 г/см³) цемент смешивают с утяжеляющей коррозионно-стойкой добавкой – баритом; В/Ц = 0,3 + 0,33. Температура применения ЦТУК-120 от 80 до 150 °С. После 24 ч твердения при температуре 120 °С $\sigma_{изг}$ = 4,5±2,7 МПа. ЦТУК-120 так же, как и тампонажные цементы типов ШПЦС, НКИ и НП, характеризуется

повышенной коррозионной стойкостью формирующегося камня благодаря образованию при гидратации цемента гидросиликатов, отличающихся высокой стойкостью при контакте с агрессивными флюидами.

Следует отметить, что тампонажные цементы (ЦТЛ, ЦТО, ЦТОК и ЦТУК-120) с гидрофобной добавкой (шлифовальная пыль, кероген, парафин) отличаются также в 2–4 раза большим сроком хранения по сравнению с аналогичными цементами.

Итак, многообразие реагентов-поглотителей сероводорода в нашей стране и за рубежом свидетельствует не только о значительной потребности в них, но и о недостаточном соответствии их требованиям, предъявляемым технологией и экономикой буровых работ.

Однако разработка новых реагентов с высокой химической активностью по отношению к сероводороду и хорошей совместимостью с буровыми растворами, образующих стабильные продукты при взаимодействии с H_2S и имеющих достаточно широкую сырьевую базу и недорогостоящих, на ближайший период, по-видимому, не является реальной задачей. Поэтому основное внимание научных работников и производителей должно быть сосредоточено на более рациональном использовании имеющихся реагентов и создании рецептур эффективных буровых растворов для бурения скважин в условиях сероводородной агрессии.

2.5. ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ БУРЕНИЕ

Горизонтальное бурение – это вариант заканчивания скважин, проводка скважин по продуктивному пласту.

Среди многочисленных задач технико-технологического и организационно-экономического характера горизонтальных скважин (ГС) особое место занимают следующие:

- выбор оптимального профиля ствола скважины и оптимальной геометрии горизонтального участка ствола;

- оптимизация режимов бурения ГС, включающая гидравлическую программу;

- анализ требований к оборудованию, инструменту и КИП, обеспечивающим надежную информацию и управление траекторией ствола скважины;

- выбор режимов эксплуатации ГС и методов интенсификации нефтегазодобычи;

- управление разработкой месторождения, разбуриваемого и эксплуатируемого ГС.

2.5.1. БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

К настоящему времени в мировой практике четко вырисовывается область возможного применения вскрытия продуктивных пластов горизонтальными (и многозабойными горизонтальными) скважинами. Наибольший эффект по увеличению текущей добычи и нефтегазоотдачи пластов достигается при вскрытии коллекторов с вертикальной трещиноватостью, большой фацальной изменчивостью по простиранию, низкой пористостью и проницаемостью.

Интерес к быстроразвивающейся технологии горизонтального бурения, которая способна коренным образом изменить состояние дел в области разведки, разработки и эксплуатации месторождений нефти и газа, возрастает. Горизонтальное бурение – это абсолютно новый инструмент, результаты применения которого в мировой практике позволили специалистам нефтегазового дела переосмыслить и переоценить свои представления о продуктивном коллекторе как объекте разработки. Мировая практика показывает, что с учетом возможностей организации и управления процессом разработки месторождения, экономических проблем и развития технологии в конкретном районе бурение скважин с горизонтальным стволом считается целесообразным в большинстве ситуаций. Необходимо выработать новые подходы к разработке пласта, поскольку технология горизонтального бурения предоставляет совершенно иные возможности. Эта технология позволяет существенно сократить удельные (в расчете на 1 м³ нефти и газа) затраты на поиски, разбуривание и эксплуатацию месторождений в районах, характеризующихся высоким уровнем расходов. В результате появляется возможность разрабатывать малорентабельные, нерентабельные или истощенные месторождения. В мировой практике горизонтальное бурение часто осуществляется на малорентабельных месторождениях, где скважины с горизонтальным стволом считаются единственно возможным решением для экономически оправданной добычи нефти и газа.

Существует, вероятно, лишь небольшое число продуктивных пластов, которые нецелесообразно вскрывать горизонтальным стволом, но при наличии информации о коллекторе горизонтальный ствол может быть ориентирован так, чтобы добиться гораздо более высоких значений коэффициентов охвата и нефтегазоотдачи, чем в случае вертикальной скважины. Совершенствование и сокращение стоимости технологии горизонтального бурения будут способствовать тому, что оно получит более широкое признание.

Россия является пионером в области бурения горизонтальных скважин. Первые скважины с горизонтальными стволами пробурены в 1941 г., но из-за несовершенства технических средств бурения и отсутствия технологии освоения таких скважин первые опыты на Кавказе, Украине, Поволжье были неудовлетворительными. С 1952 г. уже бурятся горизонтальные скважины в различных районах б. СССР.

Первая многозабойная скважина с горизонтальными участками ствола была проведена в 1953 г. на Карташевском рифовом месторождении Башкирии. В дальнейшем там развивалось многозабойное бурение. Первая горизонтальная скважина, прошедшая на 130 м непосредственно по пласту толщиной около 30 м, была проведена в 1957 г. на Яблоновском месторождении Самарской области. Несмотря на то что скважина была пробурена на сильнодренированный пласт, ее суточный дебит составил 40 т, что многократно превышало дебит вертикальных скважин.

В первые годы реализации технологии многозабойных и горизонтальных стволов скважин во ВНИИБТ были разработаны и использованы при бурении специальные укороченные турбобуры марки Т12М2К, в которых впервые была применена проточная пята, отработана технология безошибочного попадания в дополнительные стволы, разработана система доставки геофизических приборов в горизонтальные стволы, одна из которых (СИМФОР) используется до настоящего времени.

Имеющийся набор технических средств и инструментов позволяет проводить горизонтальные скважины с радиусом искривления 120 м и более при постоянном контроле за пространственными параметрами ствола с использованием электробура.

Во ВНИИБТ созданы образцы комплекса технических средств "Горизонт-1", включающего отклонитель на основе укороченного забойного двигателя объемного типа диаметром 172 мм и специальные средства для доставки геофизических приборов в скважину при больших углах наклона ствола. Создан универсальный отклонитель марки ОШ-172 (вариант для бурения горизонтальных стволов), обеспечивающий радиус искривления ствола скважины 275,9-мм долотом, равный 40 м и более.

В зарубежной практике горизонтального бурения этот метод, а главное, узел управления, сбора информации и корректировки ствола скважины, специальные трубы и другой инструмент разработаны в нескольких вариантах и обеспечивают проводку скважин по пласту толщиной всего несколько метров.

Система измерений при бурении позволяет осуществлять процесс в автоматическом режиме.

В мировой практике бурение горизонтальных скважин осуществляется по одному из трех вариантов: с ультракоротким и коротким радиусом, со средним радиусом, с большим радиусом.

При бурении по варианту с ультракоротким и коротким радиусом не используются стандартные компоновки для бурения; скорость нарастания кривизны $4-10^\circ$ на 1 м, область применения обычно ограничена добуриванием существующих скважин; наиболее рациональный диаметр ствола от 45 до 170 мм; при этом довольно сложно точно контролировать азимут, трудно осуществляются и каротажные работы.

В качестве примера бурения интервалов набора зенитного угла и горизонтальной части бурения можно привести следующие компоновки низа бурильной колонны:

долото 295,3 СЗГВ, турбинный отклонитель ТО-240 с углом перегиба $1^\circ 15'$, кривой переводник с углом перегиба $1^\circ 30'$, устройство ориентирования “Зенит”, алюминиевые бурильные трубы диаметром 129 мм и длиной 25 м и стальные бурильные трубы диаметром 127 мм (этой КНБК проводили набор зенитного угла от $2-5^\circ$ до $12-16^\circ$);

долото 215,9 СЗГВ, калибратор диаметром 215,9 мм, укороченный винтовой забойный двигатель ДУ-172, отклонитель Р-1 с углом перегиба $1^\circ 30' - 2^\circ 00'$, переводник с магнитным репером, две свечи стальных бурильных труб диаметром 127 мм, две свечи УБТ диаметром 178 мм и стальные бурильные трубы (этой КНБК проводили набор зенитного угла от $12-16^\circ$ до $80-95^\circ$ на интервале 12–20 м);

долото 215,0 СЗГНУ, муфта-калибратор МК-215,9, отклонитель шарнирный ОТ-172 с углом перегиба $2^\circ 45'$, переводник с шарнирным соединением, УБТ диаметром 146 мм и длиной 8 м, переводник с магнитным репером, три свечи алюминиевых бурильных труб диаметром 129 мм, одна свеча стальных труб диаметром 127 мм; две свечи УБТ диаметром 178 мм и стальные бурильные трубы диаметром 127 мм (этой КНБК проводили бурение ствола с углом наклона $95-100^\circ$).

Успешная проводка наклонно направленных и горизонтальных скважин во многом определяется оперативностью получения достоверной информации о физико-механических характеристиках проходимых пород, в частности об их прочностных свойствах. При этом появляется возможность правильно выбирать породоразрушающий инструмент, расчленять разрез по литофациальным характеристикам, правильно определять глу-

бины спуска обсадных колонн, интервалы работы испытателем пластов и пр.

За многолетнюю историю развития газонефтяной промышленности реализованы различные виды бурения – вертикальные, наклонно направленные стволы (в том числе и горизонтальные – 1952 г.) и, наконец, широко применяемое горизонтальное бурение на суше и море.

Достигнутый к настоящему времени уровень развития отечественной техники и технологии строительства горизонтальных скважин позволяет успешно проводить полный цикл строительства таких скважин даже в слабосцементированных неустойчивых отложениях.

В течение ближайших 15–20 лет возрастет объем горизонтального бурения на подземных хранилищах газа РФ. Только на Кущевском ПХГ Краснодарского края планируется пробурить около 100 таких скважин. Запроектировано бурение ГС на Невском газохранилище, созданном в водоносном пласте, а также на Таловском, Мусинском, Териклинском, Карашурском и других российских ПХГ, на Прибугском (Белоруссия), Вешховицком (Польша) газовых хранилищах (С.Н. Бузинов, ВНИИГАЗ, 1996 г.).

Эффективность использования горизонтальных скважин в пластах с относительно небольшой мощностью очевидна вследствие обеспечения существенно большей площади притока флюида. Если в вертикальных скважинах площадь ограничена мощностью пласта, то в горизонтальных лишь границами залежи, поскольку современный уровень развития техники бурения позволяет иметь горизонтальные отводы длиной в несколько километров.

Считается целесообразным бурение горизонтальных скважин в следующих случаях:

- 1) низкая проницаемость коллектора;
- 2) трещиноватость коллектора;
- 3) высокая вязкость пластового флюида;
- 4) обводнение скважин подошвенной водой (конусообразование);
- 5) невозможность бурения вертикальной скважины по условиям местности;
- 6) высокое пескопроявление при эксплуатации скважин;
- 7) вытеснение нефти водой (повышение эффективности заводнения).

Имеющиеся расчетные данные и прогнозные оценки по отдельным месторождениям и ПХГ свидетельствуют о том, что общее количество горизонтальных скважин, которое планиро-

валось до 2000 г., составит свыше 1200, в том числе более 400 скважин подлежат восстановлению из старого фонда.

С.Н. Бузинов (1996 г.) отметил некоторые особенности, которые имеют дополнительное стимулирующее значение для применения ГС на хранилищах по сравнению с газовыми месторождениями.

1. Высокие темпы проведения отбора и закачки газа, на порядок и более превосходящие обычные темпы истощения месторождений. Это приводит к необходимости большего числа эксплуатационных скважин на единицу запасов газа, а следовательно, обеспечивает большую эффективность от уменьшения их количества при переходе к ГС.

2. Размещение ПХГ в населенных районах с жесткими ограничениями по землепользованию, с требованием минимального экологического воздействия. Это вызывает необходимость концентрации наземных объектов на ПХГ.

3. Многократная, более длительная (в большинстве случаев) и стабильно высокая работа скважин.

4. Относительно более плотное расположение скважин на площади, позволяющее иметь больший эффект от “горизонтальности” за счет геометрии фильтрационных потоков.

5. Возможность сокращения буферного объема газа.

Важным моментом явился выбор обоснованной методики вскрытия коллекторов горизонтальными скважинами, так как необходимо учитывать расчлененность и изменчивость фильтрационных параметров подземного резервуара по вертикали. Оптимальной представляется методика, направленная на решение двух основных задач:

вскрытие горизонтальными стволами наиболее проницаемой части подземного резервуара с целью получения высокодебитных скважин;

максимальное вовлечение в разработку коллекторов с пониженными фильтрационными параметрами за счет их осушки и раздренирования в процессе создания хранилища. Искусственное повышение фильтрационных параметров данного типа коллекторов физико-химическим воздействием нежелательно в связи с невысокой степенью их устойчивости.

Исходя из этих задач, требующих выделения в продуктивном горизонте конкретных объектов вскрытия в той или иной скважине, имеющих, как правило, небольшую толщину, а также в связи с наличием на отдельных участках структуры существенных градиентов углов падения пород, разработаны три основных профиля в пределах продуктивного пласта (рис. 2.3):

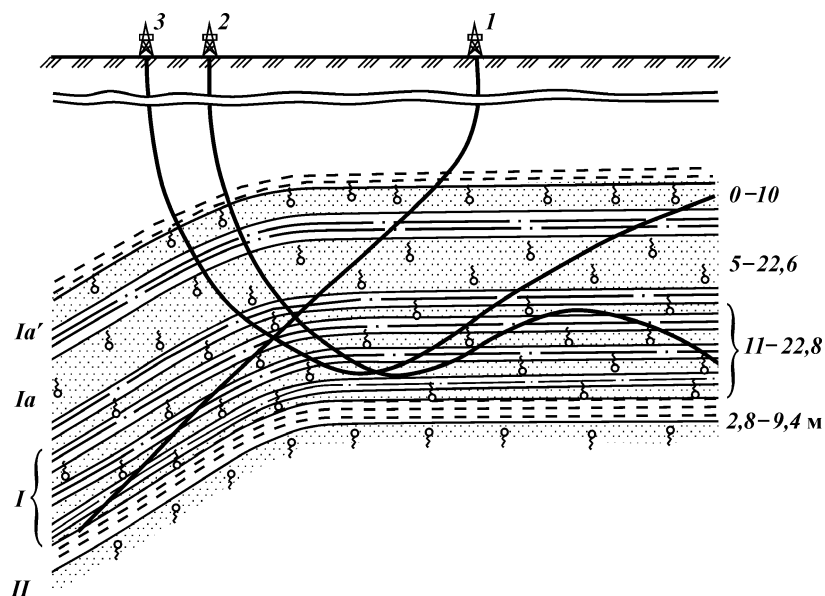


Рис. 2.3. Основные типы профилей горизонтальных скважин Кушчевского ПХГ

пологонаправленный 1 – на участках существенного изменения градиентов углов падения пород;

горизонтально-волнистый 2 – в продуктивной части, имеющий высокие фильтрационные свойства, но литологически не однородной по разрезу;

вогнутый 3 – вскрывающий нижней точкой траектории высокопроницаемую часть горизонта и в последующем дренирующий пласты с низкими фильтрационными параметрами.

Необходимость соблюдения траектории горизонтального ствола в достаточно жестких границах потребовала разработки специальной программы комплексных геофизических исследований, обеспечивающей необходимую точность по определению пространственного положения ствола в продуктивном пласте и принятия своевременных решений по его корректировке.

Разработаны приборы на базе наиболее совершенных датчиков азимутов и угла с непрерывным контролем информации. Литологическое расчленение разреза и привязка к нему осуществляются в основном радиоактивными методами; ГК, НГК,

которые в дальнейшем дополнятся электрическими и другими методами.

Проблема повышения технико-экономических показателей бурения горизонтальных скважин далека от своего логического решения и поэтому актуальна.

С учетом этого обозначены некоторые основные пути решения данной проблемы:

1) разработка конструкции и профиля наклонно-горизонтальных скважин, имеющих минимальную общую длину ствола и оптимальную минимально допустимую длину горизонтального участка;

2) разработка специальной технологии проводки горизонтального участка ствола, позволяющей на базе выбора оптимальных сочетаний режимных параметров бурения и промывки максимально повысить скорости бурения с учетом имеющихся ограничений на базовую стоимость 1 м проходки и ограничения геолого-технического характера;

3) разработка специальной аппаратуры контроля за координатами забоя и режимными параметрами бурящейся скважины, позволяющей свести к минимуму затраты времени на геофизические исследования.

Технология горизонтального бурения развивается настолько быстро, что скоро, возможно, трудно будет определить разницу между обычными и горизонтальными скважинами.

Экономический эффект от горизонтального бурения обещает быть значительным. Экономический разрыв между вертикальным и горизонтальным бурением начал сокращаться в 1986 г., и в последующие годы технология горизонтального бурения была везде признана как ценная альтернатива обычным методам разведки и добычи. Интенсивность бурения приближается к 1000 скважинам в год.

Добывающие и обслуживающие фирмы оперативно прореагировали на подъем в бурении ГС, который был феноменальным. Во многом подобно опыту бурения морских скважин многие добывающие и обслуживающие фирмы недавно реорганизовали свою структуру и создали отдельные подразделения с единственной целью – обеспечить их участие в рынке горизонтального бурения.

Работы по горизонтальному бурению не ограничиваются только районами выклинивания продуктивных пластов, залегающих сланцевых пород, а также породами, залегающими в голландском секторе Северного моря. Горизонтальное бурение приобрело международный характер.

Хотя в США за период с 1990 по 2000 г. будет пробурено

столько ГС, что они составят 3/4 общего числа пробуренных за этот период ГС, бурение таких скважин будет наращиваться и в других странах.

Предполагалось, что до конца 90-х гг. ГС будут пробурены почти во всех нефтедобывающих государствах, включая такие не подходящие для горизонтального бурения регионы, как Средний Восток, где планировалось пробурить до 2000 г. около 55 таких скважин.

После 1995 г. самым большим полем деятельности в области бурения ГС в международном масштабе будет, наверняка, разработка морских месторождений. В течение уже многих лет применяются различные варианты морского горизонтального бурения с большой длиной горизонтального ствола. Применение технологий бурения ГС с увеличенной длиной горизонтального ствола или со средним радиусом, совместно с обычной программой бурения дает возможность морским буровым фирмам значительно увеличить производственные мощности.

Это особенно важно в то время, когда уменьшается емкость складов готовых труб, что вызовет увеличение затрат на строительство в будущем. Кроме того, в условиях, когда все более широко разворачивается борьба за чистоту окружающей среды, расширение применения технологии горизонтального бурения приведет к сокращению числа платформ, необходимых в акваториях, которые особенно подвержены загрязнению или вообще не должны подвергаться таковому.

Технология горизонтального бурения намного опережает технологию заканчивания скважин. За исключением Канады, Северного моря и некоторых регионов Европы уровень оборудования и технологии заканчивания скважин существенно отстает от уровня бурового оборудования и технологии бурения ГС.

В настоящее время в США разработаны системы заканчивания и технология, которые уже были одобрены на Аляске, в Северном море и некоторых регионах Европы; они включают:

- 1) изоляцию зоны;
- 2) применение имеющихся в наличии оборудования и методов для спуска хвостовиков и обеспечения изоляции зоны;
- 3) цементирование (горизонтальные скважины были зацементированы без осложнений);
- 4) стимулирование (были выполнены успешные работы по интенсивному многопластовому гидроразрыву пласта под высоким давлением при бурении горизонтальных скважин);
- 5) контроль за регулированием потока (стало возможным открывать и закрывать скользящие муфты и извлекать заглушки в горизонтальном направлении);

6) гравийное уплотнение (проведено гравийное уплотнение нескольких горизонтальных скважин).

В настоящее время очень большое внимание уделяется улучшению технологии заканчивания и более полному выявлению характеристик и свойств коллектора, более разнообразным технологиям заканчивания, снижению степени нарушения проницаемости пласта, внедрению более современных и улучшенных технологий стимулирования скважины и использованию недорогих средств контроля устойчивости ствола.

За последние годы стало возможным:

- с помощью забойного оборудования измерять угол наклона ствола и азимут во время бурения;

- использовать дистанционно управляемые забойные двигатели с увеличенным сроком службы;

- выполнять качественную очистку забоя и стабилизацию ствола с помощью специальных буровых растворов;

- рассчитать заранее изгибающие усилия и силы продольного изгиба, действующие на бурильную трубу в горизонтальной скважине;

- производить удаление шлама из ГС с помощью изменения скорости восходящего потока бурового раствора;

- выполнять в ГС в рабочем порядке коротаж, крепление ствола, перфорацию и выборочную обработку интервалов.

Один из наиболее важных аспектов горизонтального бурения – выбор оптимального варианта. Бурение горизонтальных скважин обходится дороже, чем вертикальных, в частности потому, что протяженность горизонтального ствола в 2–3 раза больше вертикального. Кроме того, с горизонтальным бурением связаны расходы на такое оборудование, как силовые гидравлические вертлюги, специальные буровые растворы, забойные двигатели, специальные колонны труб.

Горизонтальное бурение больше используется при эксплуатационном, чем при разведочном бурении. Целесообразнее его применять, когда собраны в основном все данные о строении разреза, характеристиках пласта и пластового флюида.

Различные замеры или скважинные исследования проводят посредством системы телеметрии либо стандартным, по мнению многих специалистов, устаревшим оборудованием, спускаемым на кабеле. Последний вид оборудования спускают в горизонтальные стволы двумя способами: прокачкой насосом или на трубах. Первый способ не обеспечивает проведения акустического каротажа и электрокаротажа, так как измеряющий инструмент спускается в трубах. Второй способ не имеет ограничений для любого вида каротажа.

При бурении горизонтальных скважин французскими фирмами в состав КНБК включали отклонитель Телепилот, прибор дистанционного контроля за положением ствола скважины Азинтак и прибор Телевижнл, измеряющий забойные параметры и передающий их на поверхность. Созданы механическая и электрическая модификации отклонителя Телепилот, различающиеся способом связи с поверхностью. Отклонитель Телепилот Т-3000 (рис. 2.4) состоит из двух частей, соединенных между собой конусной резьбой, причем ось соединения наклонена к оси прибора, в результате чего достигается изгиб при вращении нижней части прибора относительно верхней (рис. 2.5).

Максимальный угол изгиба получают при повороте нижней части прибора относительно верхней на 180° (от $2^\circ 30'$ до 3°), а при повороте на 360° происходит возвращение отклонителя в начальное нулевое положение. Изменение угла изгиба происходит по позициям. Имеются десять позиций (0–9): пять – в сторону увеличения угла изгиба до максимума и пять – в сторону его уменьшения до 0. Полный цикл перемещения кривого переводника занимает менее 2 мин.

Преимущества переводника с дистанционным управлением заключаются в следующем:

- экономия времени – стандартные методы бурения потребовали бы дополнительно трех полных спусков-подъемов бурильного инструмента;

- планируемая траектория ствола скважины осуществляется с большей точностью при той же КНБК.

Заслуживает внимания использование переводника с боковым окном для пропускания кабеля, что позволяет проводить СПО с бурильными трубами выше переводника без отсоединения и подъема на кабеле скважинного зонда.

Скважинный зонд Азинтак предназначен для измерения азимута, угла наклона и частоты вращения забойных двигателей. Он включает навигационный инструмент, наземный компьютер, пульт бурильщика, на котором распечатываются масштаб времени, угол наклона и азимут направления ствола. Длина зонда 2,2 м, диаметр 44 мм, масса 15 кг. Расположенный на поверхности блок управления имеет размеры $0,5 \times 0,4 \times 0,03$ м и массу 42 кг.

Предельные условия работы аппаратуры: максимальное давление 50 МПа, максимальная температура 150°C , диапазон изменения искривления от 0 до 90° , максимальная длина кабеля 7000 м, напряжение питания – в зависимости от типа кабеля и его длины (45 В для кабеля длиной 6000 м), постоянный ток

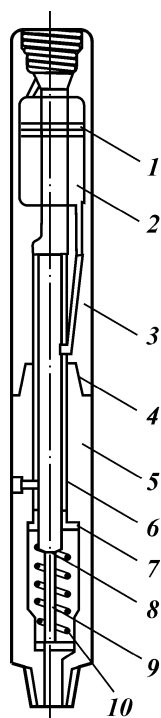


Рис. 2.4. Основные элементы инклинометра Телепилот Т-3000:
1 – открытый поршень; 2 – камера с нефтью; 3, 5 – верхний и нижний переводники; 4 – шарнирное соединение; 6 – указатель измерения угла наклона; 7 – внутренний вал; 8 – насадка; 9 – ограничитель; 10 – возвратная пружина

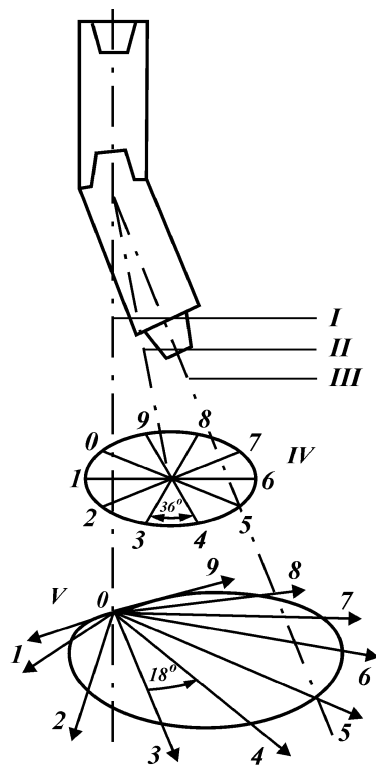


Рис. 2.5. Схема изменения угла наклона:
I, III – оси верхнего и нижнего переводников; II – ось шарнирного соединения; IV – вращающаяся проекция нижнего переводника; V – проекция вращающегося переводника

300 мА. Зонд Азинтак успешно применяется с 1967 г. при глубинах скважин до 4000 м. Точность замеров: угла наклона – $0,2^\circ$, азимута – 2° при угле наклона ствола больше 1° . Наружный диаметр электрокабеля 8,18 мм, диапазон температур от 40 до 150°C , разрывное усилие 32 кН, масса 1 м на воздухе 0,268 кг. Центральный сердечник – нейлоновый, проводник – медный провод сечением $2,08\text{ мм}^2$, изоляция – полипропиленовая, экранирование – двуслойная гальванизированная стальная оплетка.

Переводник Телевижн – один из элементов телеметрической системы, к верхней части которого подсоединяется скважинный зонд. Расположенные в переводнике датчики обеспечивают с помощью электронного блока передачу на поверхность селективированных по частоте электросигналов, характеризующих величины нагрузки на долото, крутящего момента, давления и температуры бурового раствора внутри колонны и в затрубном пространстве. На поверхность передается информация об удельном сопротивлении раствора внутри и снаружи труб, интенсивности гамма-излучений и истинном сопротивлении проходимых отложений.

Наружный диаметр переводника 198 мм, общая длина 3,6 м, масса 650 кг. Оборудование работает при следующих условиях: усилие сжатия или растяжения от 0 до ± 392 кН, разрушающее усилие при осевой нагрузке ± 1470 кН, крутящем моменте от 0 до 9,8 кН·м, разрушающее усилие при скручивании 29,4 кН·м, измеряемое давление 40 МПа (внешнее) и 50 МПа (внутреннее), измеряемая температура до 120 °С.

Фирма “Телеко Ойлфилд Севисиз” в течение ряда лет использует систему MWD для проведения измерений параметров режима бурения горизонтальных скважин. Начиная с 1983 г. система была использована более чем в 50 скважинах с углом наклона, превышающим 80° от вертикали.

Система MWD включает аппаратуру RGD (рис. 2.6), обеспечивающую комплексные измерения электрического сопротивления пород, гамма-излучения и параметров траектории скважины в процессе бурения. Аппаратура RGD состоит из немагнитной УБТ 1 длиной 12 м, в которой установлены: передатчик импульсов 2, генератор 3, турбина 4, блок с микропроцессорной и электронной аппаратурой 5 и инклинометрический датчик 6. В нижней части УБТ, изолированной с помощью немагнитного переходника 7 и изоляции 8, имеется блок 9 с электронным оборудованием для проведения гамма-каротажа и резистивиметрических исследований, датчик гамма-излучения 10, два резистивиметрических электрода 11 длиной 406 мм.

Для замера параметров траектории скважины с помощью аппаратуры RGD требуется немногим более 1 мин. При бурении горизонтальных скважин экономится значительное время на проведение замеров с помощью системы MWD по сравнению с использованием кабельного зонда, доставляемого на забой потоком бурового раствора, при использовании которого обычно возникают проблемы, связанные с входом кабельного зонда в горизонтальную часть скважины. Эти проблемы не наблюдаются при использовании системы MWD. Преимущества этих систем

могут быть максимально реализованы при бурении горизонтальных скважин.

Фирмой “Дон Холберт Дрэйнхолс” разработана система последовательных уравнений, решение которых позволяет определить силы, возникающие при изменении момента на долоте из-за неоднородного сопротивления разбуриваемых горных пород в компоновке долото – расширитель – шарнирный переводник.

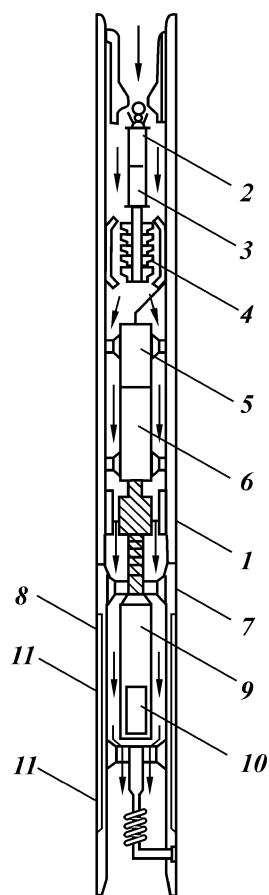


Рис. 2.6. Принципиальная схема аппаратуры RGD

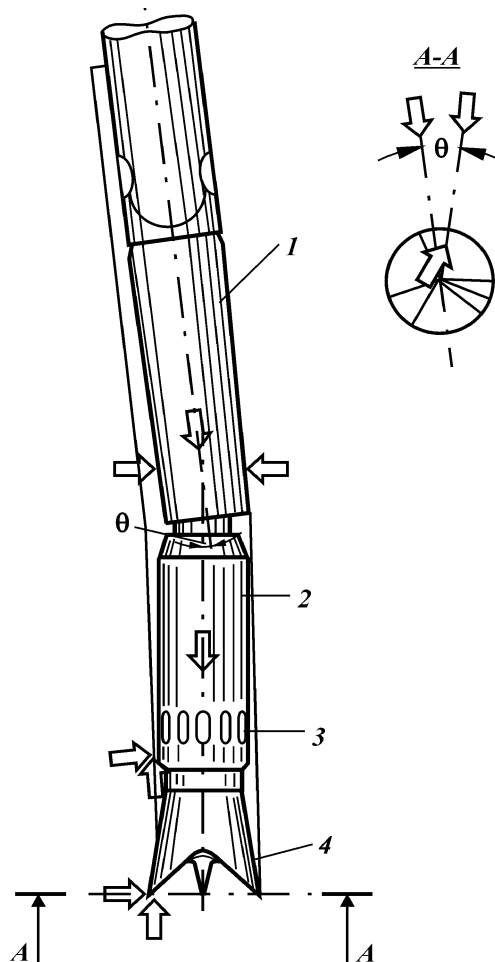


Рис. 2.7. Сбалансированный наддолотный расширитель

Как видно из рис. 2.7, отличительной особенностью нового стабилизатора-расширителя является наличие стабилизирующей секции 1 диаметром, равным диаметру долота 4, перед режущими элементами 3 расширителя, которые армированы карбидом вольфрама. Для прохождения бурового раствора между составными секциями режущей части стабилизатора-расширителя имеются сквозные промывочные отверстия-каналы 2.

Стабилизирующая секция предназначена для компенсации момента, возникающего на долоте при неоднородном сопротивлении разбуриваемых горных пород. Принимая забойную компоновку за эксцентрично нагруженную колонну, можно теоретически определить силы, действующие на компоновку, и тенденции изменения угла (между компоновкой и стволом скважины), обуславливающего конкретный темп набора кривизны. Основные преимущества указанной компоновки – возможность наращивания угла наклона и точность при поддержании заданного направления.

Этот наддолотный стабилизатор-расширитель (например, диаметром 122 мм) применяется в нефтяной промышленности за рубежом для проводки наклонно направленных скважин с горизонтальным стволом в зоне продуктивного пласта.

В зарубежной практике при горизонтальном бурении основное внимание уделяется следующим факторам.

1. *Крутящий момент.* Высокий крутящий момент, возникающий вследствие вращения бурильной колонны в сильно искривленной скважине (или обсадной колонне), имеет важнейшее значение. Практически его снижают за счет оптимизации конструкции скважины, использования раствора на углеводородной основе с добавками и без них, уменьшения веса бурильной колонны (использование алюминиевых бурильных труб и облегченной КНБК), постоянства скорости набора кривизны.

2. *Торможение.* Его можно свести к минимуму выполнением условий по снижению значений крутящего момента.

3. *Очистка ствола скважины.* Она превращается в уникальную проблему для скважин с большим углом наклона. Буровой раствор должен обладать максимально возможной несущей способностью, так как проблемой, связанной с очисткой ствола, является трудность поддержания равномерного распределения и концентрации твердой фазы в буровом растворе. В зарубежной практике очистка раствора обычно достигается использованием центрифуг с высокой пропускной способностью, а также высокоэффективных многорядных вибросит, разбавлением раствора (дорогостоящий метод, часто экологически не-

приемлемый, к которому прибегают в исключительных случаях).

4. *Устойчивость ствола скважины.* Контролируется свойствами бурового раствора. Установлено, что регулируемые промывки на определенных интервалах, диктуемые временем или состоянием пробуренного интервала, очищают ствол и сохраняют его номинальный диаметр. Для предотвращения кавернообразования ствола кроме выбора бурового раствора выдерживают плавный набор кривизны.

5. *Желобообразование.* Для уменьшения возможности возникновения такого рода осложнений рекомендуется как можно скорее обсаживать интервал набора кривизны, что должно быть учтено еще на стадии разработки конструкции скважины.

6. *Конструкция скважины.* Рекомендации обычно сводятся к тому, чтобы при разработке конструкции учитывать возникающие крутящий момент и торможение, а также (традиционно) геолого-физические условия. Интервалы набора кривизны рекомендуют обсаживать как можно скорее.

7. *Специальные устройства и оборудование для наклонно направленных и горизонтальных скважин.* Условия рынка заставляют зарубежные фирмы поставлять самые различные устройства и оборудование, которые в большей или меньшей степени повышают эффективность горизонтального бурения. Законодателями в вопросах горизонтального бурения ныне являются США и Германия.

К усовершенствованным устройствам и оборудованию относится система верхнего привода, при использовании которого не требуются традиционные зажимы под рабочую трубу, так как ее вращают непосредственно электроприводом, подвешенным на тросах (фирма "ВАРКО").

Используются трубы, собираемые в 30-метровые свечи, что сокращает время на операцию их свинчивания и развинчивания.

Для облегчения колонны бурильных труб стальные трубы заменяют алюминиевыми (алюминиевая труба наружным диаметром 130,8 мм в буровом растворе плотностью 1,2 г/см³ весит в 2 раза меньше, чем 127-мм стальная труба).

Большое внимание в зарубежной практике горизонтального бурения уделяется контролю и управлению траекторией ствола скважины, а также проведению измерений и записи всех технологических параметров бурения.

Развитие наклонно направленного и горизонтального бурения потребовало разработки и применения надежной "навигационной системы", т.е. системы контроля за искривлением

скважины и управления траекторией ствола (долота) при бурении. Такая система, включающая группу двигателя винтового типа (как вариант) и систему MWD (измерения в процессе бурения), была создана специалистами нескольких фирм, объединивших свои усилия в течение ряда лет, причем на реализацию проекта было истрачено примерно 1 млрд. дол.

В настоящее время “навигационные системы” претерпели некоторые изменения и существуют на рынке в виде нескольких модификаций.

В целевом отношении в зарубежной практике предусматриваются контроль за траекторией и определение окончательного местонахождения забоя (долота). Одним из методов осуществления контроля за траекторией является магнитный способ однократного измерения с датчиком движения. Метод достаточно надежный и недорогой. Также используется магнитная система измерения (в настоящее время существует более 10 модификаций систем) в процессе бурения. Применение этой системы в значительной степени превосходит способ однократного измерения как основной метод контроля за стволом. Система позволяет бурильщику наклонно направленной или горизонтальной скважины постоянно контролировать направление ствола в процессе бурения. По удельному сопротивлению возможна оценка пластов в процессе бурения, что позволяет бурильщику точно определять, не уходит ли горизонтальный ствол из нефтегазового пласта.

Разработаны направляющие магнитные устройства (в настоящее время единственный инструмент, работающий в реальном масштабе времени). Они чрезвычайно полезны при наращивании кривизны со средним радиусом, поскольку позволяют бурильщику довольно точно контролировать положение торца инструмента в скважине. Хотя эти системы уступают свои позиции системам измерения в процессе бурения, так как им требуется передающий кабель, тем не менее они остаются чрезвычайно полезными. При сравнительно малых углах наклона (менее 1°) используется устройство АРА (усилитель малого угла наклона), которое позволяет производить ориентирование.

В местах резких перегибов ствола, в которых магнитное влияние является проблемой, а отклонение ствола от вертикали слишком мало для ориентирования по верхней стороне, используются гироскопические приборы для однократного измерения. Этот метод еще не исчерпал своих возможностей. Для непрерывного считывания данных торца инструмента используются гироскопические приборы наземного считывания.

Для определения (уточнения) окончательного местонахождения забоя (долота) применяются магнитные устройства для многократного измерения. Они представляют собой устройства типа обычного компаса, в них используются те же устройства, что и для приборов однократной съемки. Эти устройства просты, надежны и обладают высокой точностью. Известно несколько разновидностей системы. Для ее использования требуются немагнитные УВТ, в сильно искривленных скважинах – до 50 м. Устройства могут использоваться в необсаженном интервале ствола.

В горизонтальном бурении также применяются гироскопы нескольких конструкций. Наиболее сложными являются пропорциональные гироскопы, которые представляют системы, ориентированные на север. По паспортным данным они имеют высокую точность. Гироскопы спускаются на кабеле, считывание данных производится на поверхности. Они не требуют применения немагнитных УВТ. Практика зафиксировала случаи неудачного их применения в высокотемпературных скважинах. Гироскопы считают весьма эффективными для подтверждения данных магнитометрии.

В качестве положительного примера приведем систему измерений в процессе бурения Дейтадрил фирмы “Смит интернешнл”. Эта система в процессе бурения объединяет в себе современную забойную электронику, разработанную с учетом многолетнего опыта и кроме данных измерений направления и азимута дает полную информацию технологических параметров наклонно направленного и горизонтального бурения. Система измерений в процессе бурения работает без кабеля. Управляющие сигналы с забоя на поверхность передаются с использованием импульсной телеметрии в буровом растворе. Это исключает остановки для проведения измерений с помощью инструментов, спускаемых на кабеле. На поверхности данные декодируются, обрабатываются и преобразуются в полезную информацию. Система собирает данные на забое каждые 10 м и передает их на наземный компьютер для сравнительного анализа реальной траектории ствола с расчетной. Более частые замеры означают более точное и менее дорогостоящее бурение. Система позволяет изменять решения в процессе бурения.

Фирма рекомендует систему измерений в процессе бурения Дейтадрил как совместимую с любой программой бурения. При сравнении с любой другой системой отмечаются следующие преимущества:

целиком извлекаемая и сменная забойная электроника (при

необходимости электронику можно извлечь без подъема инструмента или заменить ее гироскопическим прибором);

общая длина забойного прибора (около 5 м) позволяет совмещать его с большинством забойных компоновок для горизонтального бурения;

минимальный перепад давления на приборе в процессе бурения (это означает отсутствие ограничений в выборе насадок долот);

скорость передачи программируется на буровой;

сохраняется синхронизация импульсов при остановках забойного двигателя;

может применяться в роторном, гидромониторном и турбинном бурении (забойная электроника может быть запрограммирована на требуемый режим бурения на буровой перед спуском в скважину);

используются стандартные немагнитные УБТ;

при работе в режиме управления быстрое изменение скорости торца инструмента учитывает немедленную реакцию на реактивный крутящий момент (четыре программируемые скорости торца инструмента);

может применяться с различными типами буровых насосов (дуплексных или триплексных).

Информация, полученная в результате съемки, передается на поверхность посредством закодированных положительных импульсов давления. Они генерируются в столбе бурового раствора в бурильной колонне импульсным генератором, установленным в стояке, а затем компьютером. Затем данные измерений передаются на индикатор бурильщика. Одновременно они анализируются относительно расчетного направления скважины в пространстве.

Система измерений в процессе бурения Дейтадрил состоит из трех основных блоков: забойного импульсного генератора, забойного приборного зонда, наземного оборудования (датчик давления, компьютер, дистанционный индикатор бурильщика и система наклонно направленного или горизонтального бурения и измерений, управляемая компьютером).

Забойный инструментальный зонд размещается в специальном защитном кожухе наружным диаметром 47,6 мм со специальным подковообразным переводником в нижней части. Зонд, установленный в КНБК, садится в переводнике непосредственно над УБТ с импульсным генератором.

Блок датчиков состоит из металлического трехосного акселерометра и трехосного магнитометра. Датчик имеет погрешность $\pm 0,25^\circ$ по углу наклона и $\pm 1,5^\circ$ по азимуту.

Микропроцессор, имеющийся в забойной электронике, проводит все вычисления, которые затем с большой скоростью передаются на поверхность. Разрабатываются конструкции, которые позволят передавать необработанную информацию с последующей ее обработкой в лаборатории.

Питание на забойную электронику подается от батарей, которые в режиме исследования работают более 200 ч.

Датчик давления преобразует импульсы бурового раствора в электрические сигналы, которые передаются на компьютер. Последний декодирует эти сигналы, и результат проявляется на экране компьютера и дистанционном дисплее. Компьютер является также программирующей средой для забойной электроники перед ее спуском в скважину.

Принтер распечатывает все данные исследований.

Дистанционный дисплей бурильщика, смонтированный в безопасном герметичном корпусе, установлен на полу буровой. Он непрерывно показывает азимут и угол наклона в цифровом формате и торец инструмента на круговой диаграмме.

После того как данные измерений переданы на поверхность и декодированы, система направленного бурения и измерений, управляемая компьютером, проводит сравнительный анализ реальной траектории ствола с расчетной.

2.5.2. БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ЗАКАНЧИВАНИЯ СИЛЬНО ИСКРИВЛЕННЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

В курсе “Буровые промывочные и тампонажные растворы” изучены условия их применения, рецептуры, методы обработки, химические реагенты. Однако заканчивание скважин накладывает особые требования к буровым и тампонажным растворам. Весьма поучителен зарубежный опыт их изготовления, химической обработки, особенно при бурении сильно искривленных и горизонтальных скважин.

Компания “Эм-Ай Дриллинг Флюидз” Лтд является ведущей в мировой практике по производству и применению (сервис) буровых растворов и материалов для любых геолого-физических условий. Развитие горизонтального бурения привело к разработке этой компанией буровых растворов для бурения горизонтальных скважин и скважин с большим углом отклонения от вертикали.

Многие осложнения, возникающие при бурении сильно искривленных скважин, так или иначе связаны с применяемым буровым раствором. Плохая очистка ствола скважины, избыточный крутящий момент, сопротивление расхаживанию бу-

рильной колонны, зашламление ствола, прихваты бурильного инструмента, нарушение устойчивости стенок скважины, потеря циркуляции, кольматация приствольной зоны, плохое качество цементирования, осложнения при спуске каротажного инструмента на стальном канате и другие проблемы могут быть следствием несоответствия бурового раствора условиям бурения.

Опыт бурения горизонтальных скважин, а также скважин с резким изменением направления ствола и дренажных скважин показал, что прежде всего необходимо решать основные проблемы, характерные для всех типов скважин, и затем заниматься вопросами, имеющими непосредственное отношение к сильно искривленным скважинам.

На рис. 2.8 приведено сравнение функций бурового раствора при бурении вертикальных и обычных, наклонно направленных скважин. На рис. 2.9 приведена диаграмма уменьшения влияния побочных явлений для аналогичных скважин.

Выбор оптимального раствора для сильно искривленной скважины аналогичен выбору раствора для бурения обычной скважины. Прежде всего учитывают наличие зон, осложненных глинистыми сланцами, стоимость бурения, природоохранные требования, а также температуру на забое. Также большое значение придается коллекторам повышенной восприимчивости, внешнему загрязнению, вопросам снабжения и др. Кроме того, выбранный буровой раствор должен быть легко модифицируемым, чтобы избежать осложнений, характерных для сильно искривленных скважин. Ввиду большого количества переменных этот процесс целесообразно проводить с использованием метода экспресс-анализа.

При бурении сильно искривленных скважин часто выбирают растворы, обладающие высокой ингибирующей и смазывающей способностью. Их применение ограничено или даже запрещено в экологически чувствительных регионах. В некоторых случаях эффективность применения буровых растворов на углеводородной основе (РУО) может быть ниже, чем растворов на водной основе с добавлением полимеров, если их специально не обработать.

Основным свойством бурового раствора является его плотность. Плотность раствора должна постоянно поддерживаться в определенном узком диапазоне, чтобы обеспечить сохранение устойчивости стенок скважин. Этот показатель должен быть достаточно высоким, чтобы сдерживать пластовые давления и сохранять устойчивость стенок скважины, и в то же время достаточно низким для исключения возможности гидроразрыва

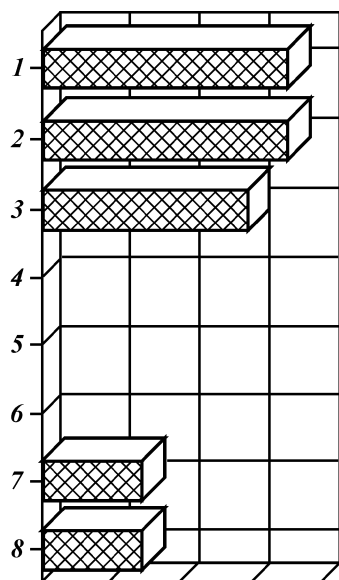


Рис. 2.8. Основные функции буровых растворов для сильно искривленных скважин (расположены по степени важности): 1 – вынос шлама; 2 – смазывающая способность; 3 – сохранение устойчивости стенок скважины; 4 – регулирование давления; 5 – гидравлическая энергия; 6 – способность удерживать шлам во взвешенном состоянии; 7 – среда для проведения каротажа; 8 – водоотдача

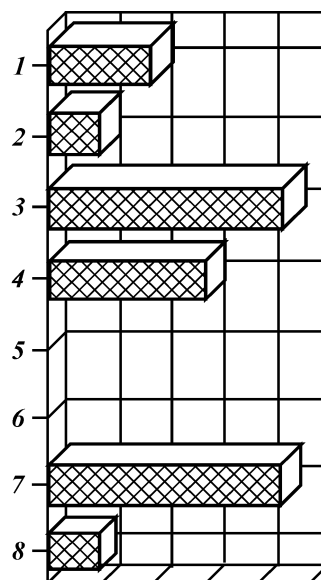


Рис. 2.9. Уменьшение влияния побочных эффектов (расположены по степени важности) при бурении сильно искривленных скважин: 1 – воздействие на окружающую среду; 2 – гидравлический удар и свабирование; 3 – прихват бурильной колонны; 4 – размывание стенок скважины; 5 – удержание твердой фазы; 6 – абразивный износ; 7 – загрязнение цементным раствором; 8 – внешние загрязнения

пород. При прочих равных условиях с увеличением угла наклона ствола диапазон плотности применяемого бурового раствора сужается. Проведенные исследования показали, что с увеличением глубины и угла наклона скважины вероятность обвала стенок скважины возрастает, а градиенты гидроразрыва пласта, как правило, уменьшаются с ростом угла наклона ствола. Оба вывода подтверждаются промысловыми испытаниями на нескольких площадях.

Изучение опыта бурения сильно искривленных скважин в Мексиканском заливе и Северном море подтвердило важность правильного выбора бурового раствора. При бурении аналогичных интервалов в аналогичных условиях осложнения, связан-

ные с зашламлением и очисткой ствола, крутящим моментом, сопротивлением вращению бурильной колонны и прихватами, носили более серьезный характер, если плотность раствора была ниже $1,62 \text{ г/см}^3$. При увеличении плотности раствора ситуация улучшалась.

На качество очистки ствола скважины от шлама большое влияние оказывают вязкость, прочность геля, режим промывки, скорость движения раствора по затрубному пространству и его плотность. Как правило, с увеличением плотности раствора и скорости его потока в затрубном пространстве повышается качество очистки скважины во всех типах скважин. Однако в сильно искривленных скважинах вязкость, прочность геля и режим промывки имеют особое значение. Одна из причин заключается в существовании трех, отличающихся друг от друга по степени очистки, групп интервалов в стволе в зависимости от угла его наклона: 1) от 0 до 45° ; 2) от 45 до 55° ; 3) от 55 до 90° . Другая причина состоит в том, что сильно искривленные скважины состоят из ряда интервалов различной направленности – от горизонтальных до вертикальных.

В первой и третьей группах интервалов осложнения носят менее серьезный характер. Способность шлама к накоплению в стволе и оползанию в условном интервале с углом наклона от 45 до 55° значительно обостряет серьезность осложнения. Низкая вязкость раствора, высокая скорость циркуляции и турбулентный режим обеспечивают оптимальную очистку интервалов третьей группы (горизонтальные).

В вертикальных скважинах и скважинах с небольшим углом наклона ствола характер движения раствора в затрубном пространстве, как правило, ламинарный, и для изменения степени очистки ствола обычно изменяют предельное напряжение сдвига. Экстраполированное значение предельного напряжения сдвига является показателем вязкости бурового раствора при низкой скорости сдвига бурового раствора. При бурении интервалов второй группы необходимо проводить более тщательные измерения при низких значениях скорости сдвига. Лучше всего использовать показатели многоскоростного вискозиметра, когда он работает в режиме при частоте вращения 3 об/мин. Если применяется обычный промысловый двухскоростной вискозиметр, то значения прочности геля, снятые непосредственно после сдвига бурового раствора при максимальной частоте вращения вискозиметра, представляются приемлемой альтернативой. Обычно эти значения называются “нулевым гелем”. У жидкостей, характер движения которых подчиняется степенному закону, “нулевой гель” равен нулю; у пластических буровых рас-

творов он приближается к значениям предельного напряжения сдвига.

Результаты, полученные на основании исследований на замкнутой циркуляционной системе, показали, что при больших углах наклона скопления шлама легко образуются и трудно удаляются. По сравнению с практикой бурения обычных скважин бурение интервалов скважин второй группы (с углом наклона от 45 до 55°) начинать предпочтительнее с использованием растворов с повышенной вязкостью и прочностью геля, так как это уменьшает скопление шлама в скважине. Если осложнения все же возникнут, то иногда целесообразно понизить вязкость и увеличить расход раствора. Создание турбулентного режима наряду с механическими воздействиями на скопившийся шлам может быть единственным способом ликвидации осложнения.

Определить оптимальные параметры режима промывки и свойств бурового раствора для конкретной скважины, в которой могут быть размывы, сужение ствола, резкие его перегибы, а также прямолинейные участки под различными углами наклона (от вертикального до горизонтального), чрезвычайно трудно. Необходимо найти компромиссное решение, которое учитывало бы все возможные осложнения.

Требования регулирования водоотдачи определяются проницаемостью пород, величиной дифференциального давления, а также минералогическим составом разбуриваемых пород. Оптимальное регулирование водоотдачи необходимо для предупреждения прихватов, повышения устойчивости стенок скважины и уменьшения кольматации пород в пристволенной зоне. Возникновение этих осложнений особенно опасно в сильно искривленных скважинах. Возникновение прихватов колонны бурильных труб в результате воздействия дифференциального давления осложняется чрезмерными гидродинамическими давлениями, большой площадью контакта стенки бурильной колонны с фильтрационной коркой, а также образованием толстой глинистой корки. Вероятность возникновения прихватов очень высока по следующим причинам: 1) колонна бурильных труб под действием силы тяжести прилегает к нижней стенке скважины; 2) для обеспечения устойчивости стенок скважины необходим буровой раствор повышенной плотности; 3) продуктивный пласт может оказаться истощенным.

Величины водоотдачи при высоких давлении и температуре, а также динамической водоотдачи должны тщательно регулироваться и поддерживаться на более низком уровне, чем при бурении вертикальных и обычных, наклонно направленных

скважин. Аналогично фильтрационная корка должна быть тонкой, твердой и упругой. Наличие фильтрационной корки хорошего качества может способствовать увеличению градиента гидроразрыва в проницаемых зонах.

Ввиду того, что цель бурения большинства скважин с большим углом искривления заключается в увеличении темпа добычи нефти, регулирование водоотдачи для уменьшения степени нарушения эксплуатационных качеств пласта приобретает чрезвычайное значение, особенно при вскрытии продуктивных пластов с низкими коллекторскими свойствами. Нарушение эксплуатационных качеств пласта может быть следствием химического и физического воздействия. Проницаемость пород резко понижается при поглощении больших объемов несовместимого с химическим составом пласта флюида.

Набухание некоторых минералов, зависящее от минералогического состава коллектора, может произойти в том случае, если заряды на поверхности глин не являются химически активными. Такое набухание уменьшает проницаемость продуктивного пласта. Так как коллекторы весьма существенно отличаются друг от друга, после исследования проницаемости керна следует выбрать буровой раствор, оказывающий наименьшее отрицательное воздействие на пласт. Несмотря на то, что бурение горизонтальных скважин с промывкой буровыми растворами на углеводородной основе дало неплохие результаты, успешность проводки горизонтальных скважин компанией “Эм-Ай Дриллинг Флюидз” Лтд, а также масштабность проведенных исследований показали, что буровые растворы на водной основе часто являются приемлемой альтернативой.

Рекомендованы следующие добавки к буровым растворам на водной основе: 1) обеспечивающие качество фильтрационной корки; 2) регулирующие вязкость и водоотдачу; 3) обеспечивающие вынос шлама и предупреждающие осаждение твердой фазы; 4) предупреждающие разбухание глин (в результате воздействия ионов калия); 5) понижающие водоотдачу раствора; 6) обеспечивающие смазывающие свойства и способствующие образованию качественной глинистой корки.

С разработкой новых методов заканчивания горизонтальных скважин совершенствуется и технология предупреждения нарушения эксплуатационных качеств пласта. Здесь чаще, чем в обычных скважинах, применяются фильтры с целевидными отверстиями. В этих условиях особое значение приобретает удаление глинистой корки со стенок скважины и уменьшение проникновения в пласт фильтрата, содержащего твердую фазу.

Попадание твердой фазы в трещиноватый продуктивный пласт ухудшает его коллекторские свойства.

По крайней мере желательно на разрабатываемых площадях, представленных трещиноватыми коллекторами, бурить горизонтальный участок ствола на депрессии, при которой происходит приток пластового флюида в ствол скважины. Однако перед тем, как приступить к такому бурению, необходимо принять меры к предупреждению значительных флюидопроявлений и выбросов.

Применяемые буровые растворы для обычного горизонтального бурения должны содержать закупоривающие добавки, что препятствует поглощению. Регулирование водоотдачи осуществляется введением специальных добавок для каждого конкретного случая. Содержание глины в растворе часто поддерживается на минимальном уровне. Плотность бурового раствора не должна превышать необходимой для предупреждения проявлений и выбросов.

Для бурения горизонтальных скважин нашли применение растворы с добавлением крупнозернистой соли. Если при заканчивании скважин используют хвостовик с целевидными отверстиями без проведения перфорации и интенсификации притока, то необходим раствор, совместимый с разбуриваемыми породами. Выбор обычно падает на раствор с добавлением крупнозернистой соли после исследования его смазывающей способности и способности регулировать водоотдачу, реологических свойств и обеспечения обратной проницаемости по нефти. Результаты, полученные в начале испытания, показали, что производительность скважины возрастает при небольших значениях депрессии.

Клин Бридж – запатентованная система, состоящая из смеси полимеров и специально обработанной крупнозернистой соли, которую добавляют в раствор поваренной соли плотностью $1,2 \text{ г/см}^3$. Все добавки являются водо- и кислоторастворимыми, образующаяся фильтрационная корка – тонкой и гладкой, быстро и полностью растворяющейся при воздействии воды или ненасыщенных рассолов. Для понижения гидростатического давления, регулирования реологических свойств, улучшения регулирования водоотдачи можно добавить дизельное топливо – до 30 % объема раствора.

Для обеспечения совместимости системы бурового раствора, содержащего крупнозернистую соль, с породами провели исследование обратной проницаемости породы на керновых образцах. При исследовании использовали буровые растворы без дизельного топлива и с добавлением его в количестве 30 %. Ис-

следования показали, что эмульгированный раствор, содержащий дизельное топливо, не ухудшает проницаемости пород.

Крупнозернистую соль следует добавлять в буровой раствор в процессе бурения скважин. Взятая из мешков соль оседает на нижней стенке скважины, что затрудняет проведение каротажа и спуск хвостовика. Подъем бурильной колонны на участках резкого искривления ствола следует проводить с особой осторожностью перед закачиванием порции крупнозернистой соли.

Полимеры, входящие в состав бурового раствора, содержащего крупнозернистую соль, чувствительны к загрязнению цементом. Путем тщательного регулирования уровня pH с помощью органического кислотного буферного раствора удастся разбуривать небольшие цементные пробки без нарушения качества входящих в раствор полимеров.

При приготовлении бурового раствора, содержащего крупнозернистую соль, необходимо предусматривать меры, предупреждающие аэрирование бурового раствора. Аэрированный буровой раствор может затруднять расшифровку результатов геофизических исследований, проводимых в процессе бурения; для удаления воздуха из бурового раствора могут потребоваться пеногасители.

С точки зрения заканчивания скважин нефть (при соответствии ее флюиду пласта) является идеальным буровым раствором, поскольку она не вызывает нарушения эксплуатационных качеств продуктивных зон и, таким образом, сохраняет естественную проницаемость призабойной зоны пласта. Однако она загрязняет окружающую среду (особенно при морском бурении), пожароопасна, возникают трудности как при очистке от шлама вследствие высокой пластической вязкости эмульсии, так и при проведении электрометрических работ. Буровые растворы на углеводородной основе более стабильны при высокой температуре, чем растворы на водной основе.

Компания “Эм-Ай Дриллинг Флюидз” Лтд уделяет большое внимание очистке скважины сильно искривленных стволов. Фирмой представлены результаты исследования применения буровых растворов на углеводородной основе для очистки ствола сильно искривленных скважин большого диаметра, которые достаточно убедительно доказывают, что обычные буровые растворы на углеводородной основе не обеспечивают качественной промывки скважины. Низкая эффективность этих растворов объясняется их реологическими свойствами, однако не зависит от предельного динамического напряжения сдвига и пластической вязкости.

Причиной проведения этих исследований послужила серия

осложнений, возникших при бурении скважин на Техасском шельфе Мексиканского залива. Эксплуатационную скважину диаметром 311,14 мм под углом наклона 60° прекратили бурить после достижения глубины 14 м. При бурении этой скважины применяли буровой раствор на основе дизельного топлива плотностью 1,32 г/см³ при водонефтяном отношении 20/80. Первоначально считали, что причиной осложнения послужило нарушение устойчивости стенок скважины вследствие динамических нагрузок (внутрискважинных напряжений), возникающих в стволе. Вторую скважину начали бурить с использованием раствора плотностью 1,5 г/см³. При бурении этой скважины применяли устройство, контролирующее объем содержащегося в буровом растворе шлама.

После проходки 152-метрового интервала было обнаружено, что объем поступающего с вибросита шлама был меньше объема пробуренного ствола. При проходке следующего интервала протяженностью 76 м увеличивали и уменьшали значения предельного динамического напряжения сдвига, однако это не привело к улучшению качества очистки ствола. Во избежание дальнейшего осложнения ситуации было принято решение закачать в скважину полимерный буровой раствор на водной основе. После промывки скважины в течение двух циклов находящийся в скважине шлам был удален на поверхность. После этого продолжили бурение до глубины спуска очередной обсадной колонны без осложнений.

Осложнения, возникшие при бурении на этой площади, заставили проанализировать опыт бурения других скважин аналогичной конструкции с применением буровых растворов на углеводородной основе. Анализ показал, что, хотя скорость восходящего потока бурового раствора равнялась 1,12 м/с, а предельное динамическое напряжение сдвига составляло 22 Па, достичь эффективной очистки ствола скважины не удалось.

Это привело к необходимости исследования реологических свойств буровых растворов, влияющих на качество очистки ствола. Кроме того, приводилось сопоставление способности буровых растворов на углеводородной основе к выносу шлама с транспортной способностью полимерных растворов на водной основе. Исследования по созданию химических реагентов привели к разработке добавок к буровым растворам, улучшающих качество очистки ствола буровыми растворами на углеводородной основе. Результаты лабораторных исследований этих добавок в условиях, моделирующих забойные, были подтверждены последующими промысловыми испытаниями.

Исследования многих буровых растворов на углеводородной основе в условиях постоянной температуры и давления показали, что с уменьшением скорости сдвига их реологическое поведение не подчиняется закону Бингама – Шведова. Это имеет особое значение для обеспечения динамической очистки ствола скважины, так как скорость сдвига раствора в затрубном пространстве скважин большого диаметра имеет относительно небольшие значения. Фактическая вязкость при низких скоростях сдвига может значительно отличаться от значений, определенных по предельному динамическому напряжению сдвига, рассчитанному по показаниям вискозиметра при 300 и 600 об/мин.

Величина предельного динамического напряжения сдвига имеет значение только для жидкостей, реологическое поведение которых подчиняется закону Бингама – Шведова. И несмотря на то, что экстраполяция предельного динамического напряжения сдвига не дает правильного представления об эффективности очистки ствола, многие продолжают использовать этот метод. Рекомендуют применять буровой раствор со значением предельного динамического напряжения сдвига от 25 до 12–17 Па.

Способность бурового раствора удерживать во взвешенном состоянии буровой шлам в статических условиях также имеет большое значение. Тиксотропные свойства буровых растворов приобретают еще большее значение при бурении наклонно направленных скважин, так как конфигурация ствола способствует осаждению частиц бурового шлама на нижней стенке скважины в том случае, если удерживающая способность бурового раствора не обеспечивает немедленного суспендирования частиц шлама. Осаждение шлама является признаком некачественной очистки ствола.

Многие полимерные буровые растворы на водной основе с повышенными значениями напряжения сдвига при низких скоростях сдвига обеспечивают достаточно эффективный вынос шлама из затрубного пространства скважин большого диаметра. Возникает естественный вопрос, сможет ли буровой раствор на углеводородной основе, обладающий аналогичными свойствами, обеспечить эффективную очистку ствола скважины. Буровые растворы на водной и углеводородной основе с эквивалентными реологическими свойствами в этом отношении ведут себя по-разному. Приведенные на рис. 2.10 реограммы показывают, что реологические профили двух растворов при температуре 38 °С очень похожи. Однако вязкость бурового раствора на углеводородной основе несколько ниже, чем у бурового раствора на

водной основе при частоте вращения вискозиметра менее 100 об/мин.

На рис. 2.11, *a* приведена зависимость концентрации шлама в обоих буровых растворах в динамических условиях от скорости восходящего потока. Аналогичная эффективность выноса шлама наблюдалась при скорости движения бурового раствора в затрубном пространстве, превышающей 0,76 м/с. При более низких значениях скорости восходящего потока эффективность

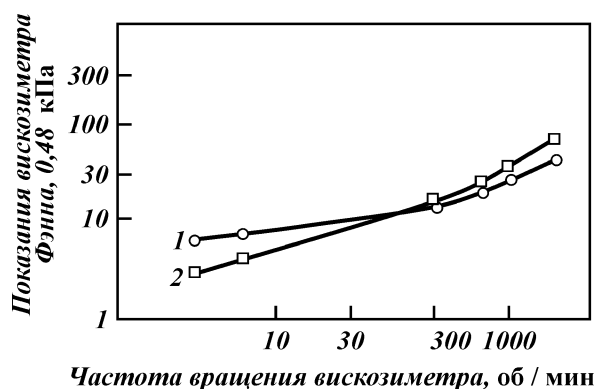


Рис. 2.10. Реограммы буровых растворов, исследованных с помощью замкнутой циркуляционной системы:
1, 2 – растворы плотностью 1,52 г/см³ соответственно на водной и углеводородной основе

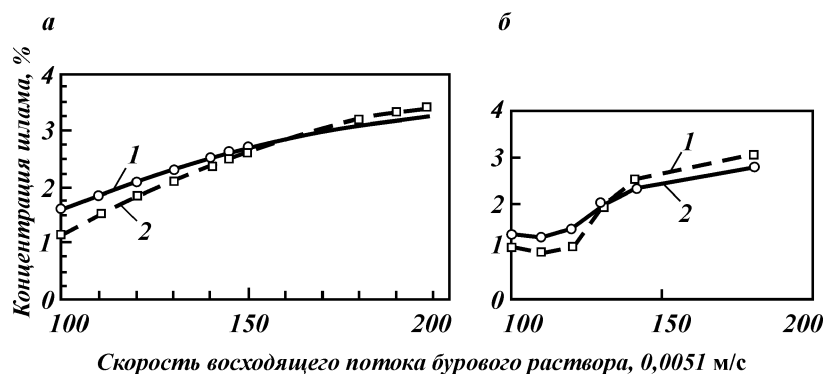


Рис. 2.11. Зависимость концентрации перемещающегося шлама от скорости восходящего потока бурового раствора:
a – в динамических условиях; *б* – после 2 ч покоя; 1, 2 – растворы плотностью 1,52 г/см³ соответственно на водной и углеводородной основе

буровых растворов на водной основе несколько выше, чем РУО. Преобразование этой скорости в частоту вращения вискозиметра дает значение, примерно равное 100 об/мин. Следовательно, это относительное уменьшение эффективности выноса шлама было прогнозировано реограммами обоих растворов.

На рис. 2.11, б приведена зависимость концентрации шлама в обоих буровых растворах от увеличения скорости восходящего потока бурового раствора после 2 ч покоя. Здесь наблюдается та же сходимостъ результатов при скорости восходящего потока 0,76 м/с. Это позволило сделать вывод, что буровые растворы на водной и углеводородной основе с аналогичными реологическими свойствами обладают одинаковой транспортной способностью. Так как обычные буровые растворы не полностью подчиняются закону Бингама, значение предельного динамического напряжения сдвига, определенное при частоте вращения 600 и 300 об/мин, не позволяет с достаточной степенью точности определить величину вязкости.

Исследования поведения осевшего шлама на специальном устройстве показали, что различная степень устойчивости осевшего шлама может быть причиной возникновения осложнений при бурении с использованием буровых растворов на углеводородной основе. При проведении исследования нескольких буровых растворов на водной и углеводородной основе сравнивали углы осевшего шлама при его оползании и в покое. Приведенные в табл. 2.7 данные свидетельствуют, что оползание шлама в буровых растворах на углеводородной основе происходит при меньших углах наклона; кроме того, оползающий шлам движется единой массой, а не отдельными размытыми частицами. Лабораторные и промысловые исследования показали, что осложнения, связанные с осаждением шлама, носят наиболее серьезный характер при углах наклона ствола от 35 до 55°. Значения углов наклона ствола, при которых осевший шлам

Т а б л и ц а 2.7

Углы покоя и скольжения осевшего шлама

Раствор	Угол, градус	
	скольжения	покоя
Вода	59	35
Буровой раствор	61	35–45
Дизельное топливо	65	35
Инвертная эмульсия*	72	30–40

*Водонефтяное отношение – 8/15.

находится в покое, в обоих типах буровых растворов находятся в этом же диапазоне. Скопления шлама также могут быть причиной осложнений, возникающих при проведении СПО в интервалах ствола с таким же углом наклона.

Проведенные исследования подтвердили необходимость разработки буровых растворов на углеводородной основе с повышенными значениями вязкости при заданных скоростях сдвига раствора в затрубном пространстве. Кроме того, эти системы буровых растворов должны обладать способностью быстрого структурообразования с целью предупреждения быстрого осаждения шлама на нижний стенке наклонных скважин. Вещество, обеспечивающее возникновение таких свойств у буровых растворов, не должно влиять на значения их реологических свойств при больших скоростях сдвига. Кроме того, оно должно было поддерживать эти параметры в условиях забойных температур и давлений. Таким веществом оказалась олигомерная жирная кислота.

Лабораторные исследования показали, что обработанные такой кислотой буровые растворы приобретают реологические свойства, обеспечивающие эффективную очистку ствола от шлама. Пластическая вязкость буровых растворов после введения олигомеров не меняется. Примером такой системы может служить буровой раствор плотностью $1,32 \text{ г/см}^3$ на основе минерального масла с низким содержанием ароматических веществ при водонефтяном отношении 20/80. При приготовлении такого раствора использовали обычный промышленный эмульгатор и смачивающий агент. Концентрация олигомера в растворе составляла $11,4 \text{ кг/м}^3$. В табл. 2.8 приведены начальные стабилизированные свойства этого бурового раствора, а также свойства раствора после горячей обкатки в течение 18 ч при температуре 149°C . Кроме того, приведены свойства этого же раствора, обработанного органофильными глинами примерно такой же концентрации (параметры раствора, приведенные в таблице, определяли при температуре $65,6^\circ\text{C}$).

Полученные результаты свидетельствуют о способности олигомера обеспечивать заданные значения вязкости и тиксотропные свойства при низких скоростях сдвига. Система также обнаружила устойчивость к воздействию высоких температур. Значения предельного статического напряжения сдвига (прочность геля) буровых растворов, обработанных олигомером, быстро возрастали, однако через 1 мин падали.

С момента появления олигомеров в промысловых условиях с его использованием было пробурено много скважин в различных регионах мира. При бурении этих скважин применяли бу-

Таблица 2.8

Свойства лабораторного бурового раствора плотностью 1,32 г/см³
с водонефтяным отношением 20/80

Показатель	Добавка олигомера в количестве 11,412 кг/м ³		Добавка органофильных глин в количестве 14,215 кг/м ³	
	Начальные значения	После горячей обкатки при 149 °С	Начальные значения	После горячей обкатки при 149 °С
Показания ротационного вискозиметра при частоте вращения, об/мин:				
600	58	56	54	48
300	40	34	36	28
200	30	25	27	19
100	22	17	21	12
6	12	10	11	5
3	11	9	10	4
Пластическая вязкость, МПа·с	18	22	22	20
Предельное динамическое напряжение сдвига, кПа	10,53	5,75	6,70	8,62
СНС, кПа:				
нулевое	5,27	4,31	4,79	2,39
через 10 с	7,66	8,14	5,75	3,35
через 10 мин	8,62	10,53	8,14	5,75
через 30 мин	–	11,49	–	–

ровые растворы на основе дизельного топлива и минерального масла при водонефтяном отношении от 50/50 до 10/90. Во всех случаях отмечалось повышение эффективности очистки ствола скважин. Уменьшение числа осложнений, возникающих в результате осаждения шлама, позволило значительно сократить стоимость бурения скважин и его продолжительность.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Реологические свойства обычных буровых растворов на углеводородной основе, загущенных органофильными глинами, могут ухудшать их транспортную способность при бурении искривленных скважин большого диаметра.

2. Вязкость бурового раствора при невысоких скоростях сдвига и начальная прочность геля имеют большое значение при определении его транспортной способности. Для обеспечения эффективного выноса шлама и роста структуры раствора большое значение имеет регулирование значений вязкости при невысоких частотах вращения ротационного вискозиметра.

3. Буровые растворы на углеводородной основе и полимерные растворы на водной основе с аналогичными параметрами на забое обладают одинаковой транспортирующей способностью.

4. Производные олигомера жирной кислоты увеличивают значения реологических свойств инвертных эмульсий при низких скоростях сдвига, а также величину начальной прочности геля при минимальном росте вязкости при больших скоростях сдвига.

5. Применение олигомеров в промысловых условиях подтвердило результаты лабораторных исследований. Более сорока скважин диаметром до 311,15 мм с углом наклона до 65° было успешно пробурено с использованием олигомеров. Буровой раствор сохранял устойчивость в условиях забойных температур до 221 °С на глубине 7010 м.

Список литературы

1. *Бездробный О.И., Булатов А.И., Макаренко П.П.* Обслуживание наземного цементировочного оборудования: Справочник. – М.: Недра, 1996.
2. *Булатов А.И., Аветисов А.Г.* Справочник инженера по бурению: В 4 т. – М.: Недра, 1993–1996. – Т. 1–4.
3. *Гиматудинов Ш.К.* Физика нефтяного и газового пласта: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1971.
4. *Калинин А.Г., Левицкий А.З., Никитин Б.А.* Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ: Учеб. для вузов – М.: Недра, 1998.
5. *Лапшин П.С.* Испытание пластов в процессе бурения. – М.: Недра, 1974.
6. *Соловьев Е.М.* Заканчивание скважин: Учеб. для вузов. – М.: Недра, 1979.
7. *Теория и практика заканчивания скважин: В 5 т/А.И. Булатов, П.П. Макаренко, В.Ф. Будников и др.; Под. ред. А.И. Булатова* – М.: Недра, 1997–1998. – Т. 1–5.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому

комплексу

С.А. Уиоров



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

2.1.7.1 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Направление подготовки

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность

Технология бурения и освоения скважин

форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург

2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избежать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания.

Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным, выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не

попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

С.А. Уиоров



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

2.1.7.2 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность

Технология бурения и освоения скважин

форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург
2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2 Методические указания по подготовке к опросу	9
3 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4 Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
Заключение	17
Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избежать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания.

Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятым, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не

попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому

комплексу

С.А. Уиоров



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

2.1.7.3 СОЦИАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ И СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА

Направление подготовки

21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность

Технология бурения и освоения скважин

форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург

2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации¹. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

¹ Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html/>

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один-два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

- время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода *case-study*. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффективна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избежать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания.

Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю; групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющих в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избежать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии ².

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

² Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)³.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

³Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]:
http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы (проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неувоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не

попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала, кратко записав это на листе бумаги, создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неустойчивый физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее и ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или в учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
- 6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
- 7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.
2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://evolkov.net/case/case.study.html>
3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml>
4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.
5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf