

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

*Методические указания к выпускной квалификационной работе
для студентов специальности 21.05.02*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра геологии нефти и газа

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

*Методические указания к выпускной квалификационной работе
для студентов специальности 21.05.02*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 550.8 (073)

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА: Методические указания к выпускной квалификационной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *О.М.Прищепа, Ю.В. Нефедов, Е.Ю. Блинкова*. СПб, 2019. 51 с.

Изложены требования, предъявляемые к дипломным проектам (работам) и их оформлению, даны рекомендации по организации дипломного проектирования. Определены объемы, примерное содержание дипломного проекта (работы), перечень необходимых иллюстраций и графических приложений. Приведен рекомендуемый список методической и справочной литературы для работы над проектом.

Предназначены для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Геология нефти и газа».

Научный редактор проф. *А.М. Жарков*

Рецензент проф. *А.А. Ильинский* (СПбПУ)

ВВЕДЕНИЕ

Дипломное проектирование представляет собой заключительный этап теоретического обучения и практической подготовки инженера-геолога. Дипломный проект как квалификационная работа подводит итог обучению студента в вузе и отражает уровень его готовности к работе на производстве или в проектных и научно-исследовательских организациях. Дипломный проект/работа специалиста представляет собой самостоятельно выполненное научно-теоретическое, экспериментальное и (или) практическое исследование, отражающее уровень профессиональной компетентности выпускника, предусмотренного государственным образовательным стандартом, его готовность к научно-исследовательской и практической деятельности.

Подготовка и защита проекта/работы должна свидетельствовать о способности выпускника самостоятельно формулировать и аргументировать свои выводы на основе собранной и обработанной информации применительно к конкретно разрабатываемой проблеме.

Данные методические указания предназначены для студентов-дипломников по направлению подготовки «Прикладная геология» специализация «Геология нефти и газа».

ВЫБОР ТЕМЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ

Начальным этапом подготовки выпускной квалификационного проекта/работы является выбор темы. Своевременный и правильный выбор темы определяет успех всей последующей работы.

Исходными материалами для дипломного проектирования или квалификационной работы должны служить материалы, собранные студентом на преддипломной практике, а также полученные при сборе и анализе публикаций по теме проекта/работы. Исходные материалы представляют собой опубликованные труды, справочники, инструкции, выписки и выкопировки из производственных и научных отчетов, проектов, данные технической документации, акты опробования, дела скважин, результаты геофизических исследований скважин, карты, разрезы, планы и схемы, образцы и керн скважин, лабораторные исследования и т.д.

При выборе темы дипломного проекта/работы необходимо учитывать требования государственного образовательного стандарта, в соответствии с которым автор должен продемонстрировать свои профессиональные навыки и умения по следующей логической схеме:

1. Обоснование актуальности и практической значимости выбранной темы;
2. Постановка цели и конкретных задач исследования;
3. Определение объекта и предмета исследования;
4. Выбор метода (методики) проведения исследования;
5. Описание процесса исследования;
6. Обсуждение результатов исследования;
7. Формулирование выводов и оценка полученных результатов.

Дипломный проект/работа, посвященный различным этапам и стадиям геологоразведочных работ (ГРР) на нефть и газ, направлен на решение существенно разных задач. Этапы и стадии различаются по масштабу и характеру объекта изучения, по задачам и видам работ, ожидаемым результатам, что должно быть отражено в дипломном проекте/работе. Основные цели такого расчленения – определение рациональной последовательности решения задач различного уровня, оценка эффективности и качества работ на каждой

промежуточной стадии, планирование проведения последующих работ.

Так, на региональном этапе ГРП решаются задачи прогноза нефтегазоносности новых или неизученных крупных территорий или акваторий, выделения зон нефтегазонакопления и осуществления количественного прогноза нефтегазоносности этих территорий, определения дальнейших направлений поисковых работ.

В пределах уже изученных районов может решаться задача выявления новых, возможно нефтегазоносных (глубокозалегающих) комплексов и новых зон нефтегазонакопления сложного геологического строения, выбора зональных перспективных направлений ГРП на нефть и газ, новых типов ловушек (неантиклинального или рифогенного строения), новых типов коллекторов (нетрадиционных, карбонатных и пр.).

На поисковом этапе решаются задачи выбора оптимальных направлений поисковых работ; определения первоочередных локальных объектов, выявленных и подготовленных сейсморазведкой для постановки бурения, выявления новых залежей нефти и газа, рационального размещения скважин и оптимизации методов и технологий ведения ГРП, оценки запасов выявленных залежей, их достоверности и экономической значимости.

На разведочном этапе решаются задачи выбора мест заложения скважин, позволяющих переводить максимальные объемы запасов в промышленные категории, оптимизировать размещение скважин, уточнять запасы и готовить месторождения к промышленному освоению, проводить опытную эксплуатацию, уточнять параметры разработки, делать выводы об экономике проектов освоения.

Соответственно вышесказанному целью дипломного проекта/работы связанных с региональным этапом является изучение основных закономерностей геологического строения малоизученных осадочных бассейнов и их участков, отдельных литолого-стратиграфических комплексов; оценка перспектив их нефтегазоносности и определение первоочередных районов и литолого-стратиграфических комплексов для постановки поисковых работ на нефть и газ на конкретных объектах.

Целью дипломного проекта/работы, связанных с поисково-оценочным этапом является обоснование возможности и разработка рационального комплекса методов выявления новых месторождений нефти и газа или новых залежей на ранее открытых месторождениях и оценка их промышленной значимости.

Целью дипломного проекта/работы связанных с разведочным этапом является рациональное проведение разведки, уточнение объемов и характеристик месторождений (залежей), обеспечивающее составление технологической схемы разработки месторождения нефти или проекта опытно-промышленной, или пробной эксплуатации месторождений газа.

Примерная тематика дипломного проекта/работы формируется кафедрой Геология нефти и газа. Примерная тематика является лишь примерным шаблоном и не должна быть одинаковой для выпусков разных лет. Рекомендуемая тематика ежегодно после проведения подготовительной работы на выпускающей кафедре и на основании опыта предшествующего учебного года уточняется и перепроверяется выпускающей кафедрой и заблаговременно доводится до сведения студентов.

Наиболее предпочтительным является подготовка к выполнению дипломного проекта/работы за счет опережающего формулирования возможной тематики преддипломной практики совместно с руководителем практики и последующим обсуждением предлагаемого названия дипломного проекта/работы на специальном заседании выпускающей кафедры.

В ходе преддипломной практики студент оценивает возможность выполнения дипломного проекта/работы по намеченной теме и, при необходимости, при приемке полевых материалов просит кафедру рассмотреть возможность её корректировки.

Необходимый для дипломного проекта/работы исходный геолого-геофизический материал должен быть сгруппирован в следующие разделы:

1. Географо-экономический очерк района работ. Этот раздел сопровождается мелкомасштабной обзорной картой района с нанесением населенных пунктов, административных границ, границ ли-

лицензионных участков, дорожной и промысловой инфраструктурой, размещением месторождений.

2. Геолого-геофизическая изученность района работ, сопровождаемая схемами изученности геофизическими методами и бурением.

3. Геологическая характеристика района работ, сопровождаемая геологической и тектонической картами, сводной стратиграфической колонкой профилем разрезом через район работ.

4. Геологическая характеристика зонального или локального объекта, на котором проектируются поисковые или разведочные работы, уточнение подсчета запасов или оценки ресурсов, сопровождаемые литолого-фациальными и структурными картами, картами толщин перспективных или продуктивных комплексов, схемами корреляции, схемами опробования, схемами выделения коллекторов, разрезами конкретных скважин, каротажем скважин, таблицами выделения коллекторов, таблицами подсчетных параметров, гистограммами выявленных связей керн-ГИС, пористость-проницаемость и т.д.

5. Организация работ геологоразведочного предприятия, являющегося недропользователем. Основные положения, определенные лицензионным соглашением по срокам и видам ГРП. Состояние ГРП на объекте и в текущий период.

6. Состояние сырьевой базы участка (объекта) или запасов изучаемого месторождения.

7. Проблемные или неоднозначные вопросы геологического строения, состояния запасов, развития коллекторов, оценки ресурсов, планирования поисковых и разведочных работ, стратегии развития сырьевой базы предприятия, состояние разработки осваиваемого месторождения.

Таким образом, начальным этапом работы над дипломным проектом/работой является проверка качества и полноты материала, собранного студентом на преддипломной практике. Такая проверка, называемая «приемка полевых материалов», проводится в начале IX семестра комиссией, состав которой утверждается заведующим кафедрой геологии нефти и газа. Комиссия может констатировать несоответствие рассмотренных материалов существующим требовани-

ям, и в этом случае студенту предлагается другая тема проекта, материал для которой он должен собирать самостоятельно.

По результатам приемки полевых материалов студенту назначается руководитель, который окончательно определяет тему будущего проекта. В формулировке темы проекта должны найти отражение: стадия геологоразведочных работ, вид полезного ископаемого, название объекта исследования, его географическая привязка, и при необходимости стратиграфический уровень или название пласта, толщи.

В приложении 1 приведен примерный перечень тем дипломных проектов/работ.

В отдельных случаях, студенту предоставляется право самостоятельного выбора темы дипломного проекта/работы, если имеются все необходимые предпосылки для подготовки и последующей успешной защиты.

Выпускник, тема дипломного проекта/работы которого не утверждена соответствующим приказом, не может быть допущен к защите проекта/работы.

ПОРЯДОК РАБОТЫ НАД ДИПЛОМНЫМ ПРОЕКТОМ/РАБОТОЙ

Руководитель выпускного квалификационного проекта/работы назначается заведующим кафедрой. В обязанности руководителя входят: консультирование при определении целей и задач дипломного проекта/работы; оказание студенту помощи в разработке календарного плана проекта/работы на весь период написания проекта/работы; рекомендации относительно основной литературы по теме исследования, справочных и фондовых материалов, необходимых при подготовке проекта/работы, использования методов моделирования и информационных технологий для решения поставленных в дипломном проекте/работе задач; контроль соблюдения студентом сроков подготовки и представления к защите выпускной работы; проверка и критический анализ, выполненной студентом работы, а также соответствие подготовленной к защите дипломного проекта/работы существующим требованиям по оформлению.

Руководитель составляет задание на дипломный проект/работу, утверждаемое заведующим кафедрой. Помимо содержания проекта/работы и перечня графических приложений, в задании приводится график выполнения задания, предусматривающий регулярные отчеты студента перед руководителем. Задание составляется в двух экземплярах, первый помещается в проект, второй хранится в архиве кафедры.

Руководитель дипломного проекта/работы беседует со студентом в период времени, определенного как «консультация» (по расписанию), либо самостоятельно назначает дополнительные систематические консультации, о чем ставит в известность заведующего кафедрой, либо деканат.

Для решения отдельных вопросов, возникающих при подготовке дипломного проекта/работы (составление графической документации, выяснение отдельных производственных или научных вопросов), может привлекаться консультант по соответствующему направлению.

Заведующий кафедрой устанавливает сроки периодического отчета студентов по выполнению дипломного проекта/работы. В

установленные сроки студент отчитывается перед руководителем, который фиксирует степень готовности работы.

По плану работы кафедры результаты контроля работы студентов по подготовке дипломного проекта/работы представляются руководителями на заседаниях кафедры. В случае невыполнения индивидуального графика студентом, кафедра принимает решение о формах дальнейшей работы со студентом: перенос исполнения работы на следующий учебный год, заключение договора о дополнительных образовательных услугах, и т.д.

Руководитель дает письменное заключение (отзыв), в котором оценивает качество дипломного проекта/работы, уровень теоретической и практической подготовки студента к самостоятельной работе, рекомендует работу к защите на Государственной аттестационной комиссии. Руководитель может оценить способность дипломника к ведению самостоятельной научно-педагогической работы и рекомендовать его в аспирантуру или для привлечения к работе на факультете. В задачу руководителя входит оценка возможности внедрения интересных разработок в производство, в учебный процесс. Работа может быть рекомендована к опубликованию.

Обязательной в проекте/работе является аннотация, представляемая в двух версиях – на русском и одном из иностранных языков, изучаемых в университете. Рекомендуемый объем аннотации- не более 15-20 строк.

После завершения работы над проектом/работой автор, консультанты и руководитель ставят свои подписи на титульном листе, руководитель составляет краткий отзыв о работе студента, после чего заведующий кафедрой утверждает проект/работу к защите. Перед защитой проект/работа передается на рецензирование специалисту, работающему в родственной производственной, проектной или научно-исследовательской организации или в другом университете.

Таким образом, весь процесс подготовки и защиты дипломного проекта/работы состоит из следующих последовательных шагов:

- предварительный выбор направления тематики дипломного проекта/работы до начала преддипломной практики;

- рассмотрение и оценка возможности использования материалов, собранных на преддипломной практике, при их приемке;
- закрепление студента за научным руководителем;
- закрепление темы дипломного проекта/работы;
- подбор и изучение источников (в том числе электронных) и литературы по теме;
- разработка и оформление совместно с руководителем индивидуального графика выполнения;
- оформление задания на дипломный проект/работу;
- закрепление задания на выполнение специальной части дипломного проекта/работы;
- разработка и согласование с руководителем примерной структуры работы и содержания глав;
- собственно работа над специальной (исследовательской или расчетной) частью;
- предоставление результатов работ над специальной частью дипломного проекта/работы руководителю;
- рассмотрение результатов работ над специальной частью дипломного проекта/работы на заседании кафедры;
- предоставление дипломного проекта/работы на предварительную проверку руководителю (по согласованию с руководителем допускается предоставление материала по главам, а также в электронном виде);
- проверка руководителем представленных материалов и изложение им замечаний, рекомендаций;
- предоставление научному руководителю исправленного в соответствии с его требованиями и надлежащим образом оформленного дипломного проекта/работы;
- получение отзыва о работе от научного руководителя;
- согласование соответствующих разделов по необходимым направлениям проекта/работы, включая обязательные для дипломного проекта/работы;
- получение рецензии на дипломный проект/работу от рецензента;

- прохождение предварительной защиты проекта/работы на выпускающей кафедре, допуск дипломного проекта/работы к защите на заседании кафедры;
- окончательная подготовка доклада и раздаточного материала;
- защита дипломного проекта/работы на заседании Государственной аттестационной комиссии.

Защита дипломного проекта/работы происходит на заседании Государственной аттестационной комиссии (ГАК). После оглашения анкетных сведений о студенте ему предоставляется возможность изложить содержание проекта в течение 8-10 мин., затем следуют ответы на вопросы, оглашение отзыва руководителя и рецензии, заключительное слово автора проекта/работы. Решение о присвоении квалификации «специалист» инженеру-геологу и оценке дипломного проекта/работы (по пятибалльной системе) принимается на закрытом заседании ГАКа на основе консенсуса. ГАК имеет право, поощряя высокое качество проекта/работы или его отдельных разделов, отметить в своем протоколе производственное или научное значение выполненного дипломного проекта/работы, склонность автора к научным исследованиям и рекомендовать его к поступлению в аспирантуру.

Студенты-ассистенты профессора, занимавшиеся по индивидуальным планам и специализирующиеся в области геологии нефти и газа, по решению Совета факультета, могут готовить к защите не дипломный проект, а научно-исследовательскую дипломную работу.

ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ГЛАВ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ

Дипломный проект/работа состоит из объяснительной записки и комплекта графических приложений. Их объем и содержание могут изменяться в зависимости от характера объекта, степени его изученности (разведанности), а также от целей и задач проектируемых работ. Примерная структура первой и второй частей объяснительной записки и ориентировочный объем основных разделов приведены ниже.

Введение

Конкретные сведения об объекте исследований, цели и задачи дипломного проектирования. Актуальность проектируемых работ. Источники материалов, использованных при подготовке проекта. Место, условия прохождения и сроки преддипломной практики, характеристика выполнявшихся студентом работ.

Сведения о материалах, явившихся основой для дипломного проекта/работы, о личном вкладе автора в проведенных исследованиях. Прилагается обзорная карта, которая должна давать привязку участка работ к наиболее известным географическим объектам (населенные пункты, реки, пути сообщения и т.п.), административному делению территории, а при необходимости – к структурным элементам района и участкам предшествующих или иных взаимосвязанных геологических и добычных работ.

Глава 1. Краткий географический очерк

Приводятся сведения о районе работ. Административное положение – государство, субъект Российской Федерации (край, область), административный субъект, район, географические координаты. Указываются основные населенные пункты и административные центры, пути сообщения, наличие дорог (или сезонных дорог - зимников) наличие трубопроводов, наличие пунктов приемки сырья или установок предварительной подготовки, нефтеперегонных заводов (НПЗ), потребителей сырья, состав населения и его занятия; экономика, социально-хозяйственные и экологические проблемы, перспективы развития территории.

Приводятся краткие сведения об условиях проведения работ (физико-географические, экономические, организационные и пр.), которые могут влиять на их результаты. Удаленность от железных дорог, водных путей, автомагистралей, аэропортов, населенных пунктов. Состояние автодорог, магистралей, нефте-газопроводов, линий электропередач.

Глава иллюстрируется географической схемой (картой) с указанием участка исследования. Объем главы не более 3-4 стр.

Глава 2. Общие сведения о геологическом строении

2.1. Геолого-геофизическая изученность

Содержит краткий анализ геологоразведочных работ: геологических, геохимических и геофизических, проведенных в районе исследований в хронологическом порядке. Обязательно указывается состояние поисковых или разведочных работ на нефть и газ к моменту подготовки дипломного проекта/работы. При описании можно выделить подразделы: геологическая изученность, геофизическая изученность района, состояние запасов на месторождении и т.д. Приводятся как физические объемы, так и плотность. Например, плотность сейсморазведки – 2 пог.км/км², объемы поискового бурения на площади – 12,5 тыс.м. Для скважин указывается глубина забоя и стратиграфический возраст отложений на забое. Приводится методика выполнения работ.

Геологическая часть (главы стратиграфия, тектоника, гидрогеология) составляется на основе изучения собранных материалов, фондовых геологических отчетов и опубликованных (статей, монографий) работ.

Данные по изученности могут быть сведены в таблицы, а также проиллюстрированы картами сейсмической и буровой изученности района (или участка) работ. Автор обязательно должен кратко высказывать свои соображения по вопросу достаточности изученности по направлениям исследования.

Объем раздела 4-6 страниц.

2.2. Литолого-стратиграфическая характеристика разреза

Указывается, по каким материалам изучен литолого-стратиграфический разрез района (геологическая съемка, геолого-поисковые работы, колонковое или глубокое бурение, геофизические исследования), год составления и авторы стратиграфической схемы, принятой для района.

Дается краткая литолого-фациальная и петрографическая характеристика пород по разрезу. Указываются основные и вспомогательные маркирующие горизонты в разрезе и их характерные признаки. Индексация стратиграфических подразделений обязательна. Указывается толщина описываемых свит, подсвит и пачек.

Описание стратиграфии разреза приводится от древних к современным отложениям, и от крупных подразделений (систем, отделов) к более дробным (ярусам горизонтам, пластам).

Раздел иллюстрируется, по возможности, сводным литолого-стратиграфическим разрезом, конкретными литологическими колонками, геологическими профильными разрезами, схемами корреляции. Все геологические иллюстрации должны соответствовать целям и задачам работы.

Объем раздела может зависеть от того, насколько важен вопрос стратификации и детального литологического расчленения в конкретном дипломном проекте/работе. В случае если проект/работа посвящена вопросам секвенстратиграфии, литолого-фациальным особенностям, увязки с промыслового-геофизическими исследованиями скважин и корреляции объем может достигать 10 стр. в общем случае рекомендуемый объем раздела 3-4 стр.

2.3. Тектоника

Описание начинается с тектонического районирования, согласно принятым региональным тектоническим схемам. Затем кратко приводится морфоструктурная характеристика геологических тел и тектонических элементов рассматриваемого района, включая впадины, прогибы, локальные структуры. На основании проведенных геофизических исследований и глубокого бурения делается вывод о соотношении структурных планов по различным горизонтам разреза. При наличии большого количества локальных структур такой

вывод делается для структур, наиболее перспективных на нефть и газ. Ссылка на конкретные карты, схемы и их авторов обязательна.

При описании локальных структур необходимо указывать их простирание, размеры (длина, ширина), амплитуду, форму, углы падения на крыльях и периклиналях.

Раздел иллюстрируется региональной тектонической картой, структурными картами, составленными по разным маркирующим горизонтам, палеотектоническими картами, схемами.

Рекомендуемый объем 2-4 стр.

2.4. Гидрогеология

Приводится характеристика водоносных горизонтов изученного разреза. Глава начинается с перечисления от древних к молодым всех водоносных комплексов, выделяющихся в районе. Затем в том же порядке дается их характеристика: глубина залегания, качество воды, дебиты источников и других водопунктов. Приводятся сведения о многолетней мерзлоте; использовании водоносных горизонтов местным населением и их перспективности. Эта глава обязательна для проектов по месторождениям нефти и газа; проектов в зонах распространения многолетней мерзлоты или в тех условиях, когда приток подземных вод может влиять на проходку глубоких горных выработок и освоение месторождения.

Указывается принадлежность района к определенному гидрогеологическому бассейну, стратиграфическая приуроченность водоносных горизонтов, их дебиты, статические и динамические уровни в буровых скважинах. Приводятся сведения о составе, генетической классификации подземных вод, их значении в оценке перспектив нефтегазоносности района, а также возможность применения их для технических и бытовых целей. Раздел желательно сопровождать таблицами химического состава вод, водорастворённых газов.

Необходимо проводить обзор выявленных зон образования аномально высоких (АВПД) и аномально низких (АНПД) пластовых давлений. Также необходимо указать причины их происхождения. Делаются выводы о вертикальной и латеральной (площадной) зональности подземных вод.

Отдельно характеризуется возможность использование поверхностных источников для использования при приготовлении бу-

рового раствора, а также проведения технологических мероприятий на месторождении (гидроразрыва и закачивания в пласт для поддержания ППД).

Объем 2-3 страницы.

2.5. Полезные ископаемые

Вначале перечисляются все виды полезных ископаемых, известных в районе. Затем дается их характеристика в следующем порядке: а) горючие (нефть, газ, уголь, горючие сланцы, уран); б) металлические (черные, цветные и редкие, благородные металлы); в) неметаллические; г) минеральные соли, д) подземные воды, минеральные источники, газы, минеральные грязи; е) строительные материалы и сырье для других отраслей промышленности. Сначала указываются коренные месторождения и проявления, затем – россыпные. При описании каждого вида полезного ископаемого указывается его практическая значимость, минеральный состав полезного ископаемого, его происхождение (генетический тип) и возраст. Также обращается внимание на общераспространенные полезные ископаемые, используемые для обустройства дорог и площадок бурения и размещения оборудования (песчаные карьеры и пр.).

Глава 3. Нефтегазоносность

Излагаются общегеологические предпосылки нефтегазоносности региона или его отдельной части. Конкретно по рассматриваемому району приводятся данные о прямых и косвенных признаках нефтегазоносности. На начальной стадии нефтепоисковых работ для оценки района на нефть и газ привлекаются данные геохимических и литологических исследований, с выделением возможных зон нефтегазообразования (материнских толщ) и нефтегазоаккумуляции (нефтегазосодержащих толщ).

Дается подробная характеристика известных на данной площади или в смежных районах пластов-коллекторов с указанием, какие из них являются продуктивными или могут быть таковыми при определенных условиях. При наличии прямых признаков нефтегазоносности приводятся сведения о дебитах, а также качественная характеристика нефти и газа. По разведочным площадям или эксплуатирующимся месторождениям оцениваются главнейшие промысло-

вые геологические данные о продуктивных пластах с приложением соответствующих графиков или таблиц (пластовые давления, пьезо-проводность, гидропроводность, коэффициент продуктивности и другие).

Текст по возможности иллюстрируется данными анализов, графиками, диаграммами, картой прогноза нефтегазоносности района и т.д.

Нефтегазоносность – важнейшая глава, обосновывающая перспективы района и постановку поисковых, разведочных или эксплуатационных работ на нефть и газ на данной территории. Системный анализ нефтегазоносности региона осуществляется по нефтегазоносным комплексам (НГК) с обязательным рассмотрением их производящих, аккумулирующих и герметизирующих свойств. Дается методика выделения НГК в разрезе осадочной толщи данного региона по вертикали и площади. Приводятся геохимические и термобарические данные по нефти, газу и углеводородопроизводящим свойствам осадочной толщи с возможными элементами моделирования данного процесса, осуществляется подсчет прогнозных ресурсов УВ. Анализируется миграционный процесс УВ от производящих к аккумулирующим участкам НГК, объясняются причины образования зон АВПД и АНПД в осадочной толще, геохимических аномалий.

Изучение возможных зон нефтегазонакопления (пластов-коллекторов) в НГК проводится на основании региональных тектонических и литофациальных построений. Обязателен прогноз коллекторских свойств НГК по региону. Выделение и анализ физических свойств перекрывающих отложений (покрышек) необходимо проводить как по общегеологическим данным, так и по лабораторным, геохимическим и геофизическим материалам.

При наличии в регионе месторождений нефти и газа локальный анализ нефтегазоносности проводится непосредственно по залежам УВ с подсчетом промышленных запасов.

Подсчет промышленных запасов УВ конкретных месторождений можно выделить **в самостоятельную главу**, если это предусмотрено темой и задачами дипломного проекта/работы. Для зале-

жей, находящихся в эксплуатации, приводить сведения о текущем состоянии разработки.

Глава «Нефтегазоносность» должна сопровождаться следующими приложениями: структурными (региональными и локальными) картами; картами толщин реперных горизонтов (или перспективных, продуктивных) отложений; схемами корреляции по НГК; схемами развития коллекторов; обобщающими региональными картами прогноза нефтегазоносности района работ по гидрогеологическим, геохимическим, тектоническим и литофациальным данным; подсчетными планами при подсчете запасов; схемами выделения коллекторов и других подсчетных параметров и т.д.

Глава 4. Специальная глава

Содержание специальной главы определяется выбором темы, целями и задачами, сформулированными в задании на дипломный проект/работу. Круг научных, методических, технологических или производственных задач, рассматриваемых в этой главе, не ограничивается и является творческой разработкой дипломника и руководителя.

Особое место при подготовке дипломной работы, дипломного проекта по профилю «Геология нефти и газа» направления 21.05.02 «Прикладная геология» имеют специальные научные исследования, направленные на повышение технологичности геологоразведки и улучшения геологического прогноза. Студент должен отразить свои компетенции по использованию имеющихся технологий, в т.ч. компьютерных, умения оптимизировать и интегрировать свои специальные исследования в геологоразведочный процесс. Должен быть проведен широкий обзор существующих технологий, дано обоснование выбора наиболее эффективных из них, применение которого может позволить достичь цели дипломного проекта/работы.

Специальные научные исследования при дипломном проекте/работе могут вестись в трех направлениях:

- использование современных технологии для научного обеспечения прогноза и проведения эффективных геологоразведочных работ на нефть и газ;

– моделирование геологических объектов и углеводородных систем по результатам использования компьютерных технологий и программ;

– лабораторно-аналитических исследования и научное обобщение их результатов.

Рекомендуется следующая структура специальной главы дипломного проекта/работы:

- Цели и задачи исследования (детализируются).
- Состояние изученности проблемы (формулировка проблемы, существующие гипотезы, точки зрения, наиболее известные работы, их авторы; что на сегодняшний день остается неизвестным, нерешенным и т.д.).
 - Методика исследований (какие использовались методы, методики, оборудование, аппаратура, приборы, материалы полевых работ, научные разработки).
 - Обработка материалов исследований (фактический материал, какими методами проводилась обработка и обобщение материалов, какие использованы технологии).
 - Результаты исследований (какие получены таблицы, графики, диаграммы, рисунки и т.д., объемы выполненной работы).
 - Расчетная часть проекта, полученные технические решения или полученные результаты оценки (конструкции, результаты исследования, результаты обработки, результаты моделирования, подсчет запасов, оценка ресурсов, решения по размещению поисковых и разведочных скважин, решения по оптимизации и последовательности ГРП) являются необходимой частью дипломного проекта.
 - Геологические результаты и/или выводы (делаются геологические обобщения, высказываются предложения, гипотезы; излагаются выводы по специальной главе и предложения по дальнейшему направлению работ в рассмотренной области нефтегазовой геологии) являются обязательными для дипломной работы.

Предлагаемая структура специальной части не является обязательной, она может быть изменена, дополнена, т. к. этот раздел является главным творческим вкладом дипломника.

Глава 5. Методическая часть

При выполнении дипломного проекта/работы в главе описываются используемые при проектировании методические приемы (см. Методические указания к дипломному проектированию. Буровые работы. СПб, 2019 г).

В дипломном проекте/работе методическая часть может быть включена как один из разделов Специальной части или включает описание предлагаемой автором методики и методов исследований, направленных на решение поставленной перед ним специальной задачи исследования.

Подходы к определению объемов проектируемых работ.

Геофизические работы выполняются в основном для изучения строения геологических структур на глубине, выяснения формы геологических тел, поведения на глубине отдельных маркирующих, стратиграфических, разрывных нарушений и несогласных границ, определения объемных параметров, предполагаемых характеристик толщ и т.п.

Основными видами геофизических работ являются наземные сейсморазведка, электроразведка, магниторазведка, гравиразведка, а также геофизические исследования в скважинах (каротаж).

Материал излагается в определенной последовательности:

- 1) физические свойства пород и полезных ископаемых, определяющие возможности использования геофизических методов;
- 2) обоснование рационального комплекса геофизических работ;
- 3) технология работ, применяемая аппаратура и оборудование;
- 4) объемы работ по каждому методу.

Буровые работы (поисковые, разведочные). При поисках и разведке месторождений нефти и газа наиболее трудоемким и дорогостоящим видом работ являются буровые работы, поэтому их нужно применять в минимально необходимых объемах.

Вначале перечисляются конкретные задачи, которые будут решены бурением скважин, далее обосновывается вид бурения, минимальный диаметр, необходимость получения керна и его мини-

мальный выход, а также потребность в извлечении из скважины для опробования бурового шлама и мути.

При большом количестве проектируемых скважин их основные параметры можно представить в виде таблицы, где указать: номер скважины, номер профиля, индекс или наименование пересекаемых скважиной геологических тел и тел полезных ископаемых. В конце таблицы приводится общее количество скважин и суммарный объем бурения с разбивкой на группы по глубине.

Приводится типовой геологический разрез с краткой характеристикой пород, указанием их категорий по буримости. Отмечаются интервалы бурения без отбора керна и интервалы с отбором керна, приводится характеристика методов геофизических исследований скважины, интервалы опробования и испытания скважины.

Геохимические и другие поверхностные работы могут проводиться в различных объемах и имеют различное значение.

Геохимические работы позволяют получить дополнительную информацию о возможных углеводородопроявлениях как в зонах их разгрузки (тектонических нарушений), так и в зонах рассеивания, связанных с негерметичностью флюидоупоров или другими причинами.

Указываются участки проведения, виды и масштаб геохимических исследований, а также методика отбора, обработки и анализа геохимических проб. Рассматриваются ожидаемые геохимические аномалии. Рассчитывается объем работ.

Лабораторные работы. Перечисляются все виды и объемы исследований, которые входят в комплекс лабораторных работ. Они включают виды исследований керна (на предмет состава пород, петрографических коллекторских свойств, насыщенности флюидами, биостратиграфической характеристики, характера емкостного пространства, геохимических свойств нерастворимой части битумоидов и т.д.), виды исследований флюидов глубинных и поверхностных проб (состав вод и углеводородов, насыщенности нефтей газами, физико-химических свойств нефтей и газов, наличия гомологов, товарных свойств).

Содержание и объем исследований зависит от степени изученности и сложности состава горных пород и вида углеводородов.

Составление сводной таблицы объемов проектируемых работ

В этой таблице сводятся воедино все виды и объемы полевых (геофизических и буровых) работ, лабораторных исследований, приводимые с максимально подробной разбивкой по глубинам(забоям) плотности наблюдений, категориям и т.п. Это существенно облегчит составление производственно-технической части проекта и сметно-финансовые расчеты. Для скважин делается разбивка на группы по глубине, в каждой группе указывается количество скважин и объем бурения с отбором или без отбора керна, разделением по категориям пород, в том числе с выделением объема бурения по полезному ископаемому и в осложненных условиях.

Полнота и качество составления сводной таблицы отражают уровень методической грамотности студента и понимания им технологии производства геологоразведочных работ.

Производственно-техническая часть

Производственно-техническая часть содержит данные, конкретизирующие технологию проведения работ. Дается характеристика общей организации поисков и разведки, указывается расположение баз снабжения, способы связи с ними и с вышестоящими организациями. Обосновывается необходимость и объемы строительства временных сооружений, виды и объемы транспортировки грузов и персонала. Проектируются мероприятия по обеспечению безопасного ведения работ, хранения горюче-смазочных и взрывчатых материалов, защите от пожаров. Разрабатываются меры по охране окружающей среды от негативного влияния поисковых работ. Определяется ожидаемая эффективность поисков. В необходимых случаях обосновывается одновременное со съемками и поисками проведение тематических (опытно-методических) работ.

Буровые работы. На основе геологического разреза и свойств горных пород (устойчивость, твердость, абразивность, трещиноватость и др.) выбирается способ бурения, определяется категория пород по буримости.

Выбирается конструкция скважины, которая отражается на чертеже вместе с типовой геологической колонкой. Обосновывается режим бурения: основные характеристики процесса с учетом вы-

бренных истирающих материалов, скорость восходящего потока промывочной жидкости, используемые глинистые растворы, химические реагенты и коагуляторы. Выполняется расчет необходимого количества оборотов бурового снаряда.

Осуществляется подбор оборудования: 1) бурового агрегата в соответствии с проектной глубиной скважин и необходимого конечного диаметра бурения с учетом возможности подвода силового кабеля; 2) буровой вышки – выбирается высота копра, его оснастка, материал для изготовления, максимальная грузоподъемность копра, размещение оборудования на буровой площадке; 3) силовой установки – тип установки, мощность при разных режимах работы и т.д.; 4) насоса – тип насоса, производительность, максимальное давление.

Решаются вопросы водо- и глиноснабжения. Определяется время бурения каждой скважины, количество буровых агрегатов, работающих одновременно. На отдельном рисунке приводится календарный график бурения на весь период производства буровых работ.

Разрабатываются мероприятия по минимизации незапланированного искривления стволов скважин, по повышению выхода керна, по ликвидации возможных осложнений и т. д.

Глава 6. Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды

Обеспечение безопасного производства работ. Анализируются опасные и вредные производственные факторы, обосновываются необходимые мероприятия по охране жизни и здоровья персонала, оцениваются финансовые и материальные затраты на их осуществление.

Содержание этой главы должно быть согласовано с консультантом соответствующей кафедры.

Следует также предусмотреть мероприятия, направленные на 1) снижение отрицательного воздействия на окружающую среду проходки горно-разведочных выработок и буровых скважин; 2) предотвращение нарушений режима и загрязнения поверхностных и подземных вод; 3) исключение производства работ, вредных для окружающей среды на территории природоохранных зон;

4) минимизацию ущерба от строительства временных дорог, про-
рубки просек и т. д.

В дипломных работах глава по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды может отсутствовать, если проведенные, проводимые или предполагаемые работы не являются предметом исследования и не наносят никакого вреда окружающей природной среде (например, компьютерное моделирование, методы статистической обработки геологической информации, геологическое и геохимическое дешифрирование аэро-космоснимков и др.). Для дипломного проекта глава по «Безопасности жизнедеятельности» является обязательной.

Приводится полный перечень проектируемых мероприятий по БЖ.

Если в дипломной работе рассматриваются или предлагаются геологические мероприятия, наносящие вред природе, то в этом разделе дается геолого-экологическое обоснование процедур (мероприятий) по предотвращению негативного воздействия на природу.

Геоэкологическое обоснование включает различные аспекты охраны окружающей среды при разработке нефтегазовых месторождений, а также научно-методические вопросы экологической безопасности извлечения, подготовки, транспортировки и переработки углеводородных флюидов. Ставится цель минимизировать негативные экологические последствия взаимодействия объектов нефтегазовой отрасли с окружающей средой.

Структура раздела разрабатывается по схеме, принятой при составлении проектов по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Постановка проблемы и определение задач экологической оценки: выявляются проблемные ситуации и пути их решения; раскрываются принципы экологической оценки. Рассматривается нормативно-правовая база.

В конце главы делаются выводы об экологической целесообразности осуществления проекта и перспектив дальнейших исследований.

Каждая глава заканчивается выводами. Делаются выводы об особенностях геологического строения описанной территории, даёт-

ся результирующая оценка перспектив нефтегазоносности района. В случае необходимости обосновывается бурение поисковых или разведочных скважин, предлагается доразведка и/или разработка месторождения. Делаются другие предложения и рекомендации, вытекающие из анализа геологического строения района (региона).

Глава 7. Экономическая часть

Экономическая часть проекта содержит смету на выполнение запроектированных геологоразведочных работ. В качестве альтернативы может рассматриваться экономическая модель выявления новых запасов (прирост запасов нефти и газа), или ввода в поиски альтернативных локальных объектов или снижение затрат на получение необходимого результата. Важным моментом является анализ рисков, т.е. возможность и умение оценки прогнозируемого геологоразведочного результата (подтверждаемости ресурсов и достоверности запасов, успешности ГРП, и т.д.).

В главе определяется стоимость работ, намечаются мероприятия по внедрению передовых технологий и технических средств. Разрабатывается календарный график проведения поисков.

Сметно-финансовые расчеты. Для каждого вида работ производятся расчеты затрат времени, труда и транспорта (по ССН, вып. I- XIII).

Затраты времени, определенные по справочникам, служат основанием для расчета производительности труда, количества одновременно действующих бригад (звеньев), забоев, буровых станков, что необходимо для составления календарного плана выполнения работ. Расчетные показатели затрат труда используются при определении штатной численности геологоразведочной партии (отряда), показатели затрат транспорта – при расчете количества необходимых транспортных средств.

На основе указанных расчетов составляются таблицы технико-экономических показателей по видам работ и смета, в которой определяются затраты на все запроектированные работы.

По видам работ, которые не предусмотрены справочниками или выполняются в ненормализованных условиях, осуществляются отдельные сметно-финансовые расчеты. Также отдельной строкой выделяются в смете работы, выполняемые подрядным способом.

Заключение

В «Заключении» кратко отмечают основные результаты, полученные при составлении проекта. Перечисляют важнейшие спорные или нерешенные вопросы и предлагают пути их решения.

Научная работа при подготовке дипломного проекта

В дипломном проекте/работе студент должен показать свою способность и умение вести научные исследования. Это не формальное требование, поскольку в своей практической деятельности специалист-геолог постоянно сталкивается с задачами, решение которых представляет собой подлинный научный поиск.

Студент выбирает тему специальной части, согласованную с руководителем и являющуюся основой специальной главы дипломного проекта/работы.

В рамках выбранной темы должно быть проведено углубленное и в существенной степени самостоятельное исследование, результаты которого оформляются в виде специальной главы (раздела) проекта.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Еременко Н.А. Геология нефти и газа. Недра, Москва, 1968 г., 385 стр.
2. Бакиров Э.А., Ермолкин В.И., Ларин В.И. Геология нефти и газа. Учебник для вузов, Недра, 1990 г.
3. Ермолкин В.И., Керимов В.Ю. Геология и геохимия нефти и газа. Издательский дом Недра, Москва, 2012 г., 460 стр.
4. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 0101 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых». Владивосток, ДВПИ, 1980. 36 с.
5. Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 0801 «Геологическая съемка, поиски и разведка». Екатеринбург: УГГИ, 1992. 46 с.
6. Керимов В.Ю., Мустаев Р.Н., Серикова У.С. Учебно-методическое пособие по подготовке выпускной квалификационной работы по направлению 130300 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ» про-

фильм «Геология нефти и газа». РГУНГ им. И.М.Губкина. Электронный ресурс.

7. Методические указания к выполнению выпускной квалификационной работы для студентов специальности «Геология нефти и газа». сост. В.И.Галкин, И.В.Ванцева, И.А.Козлова, С.Н.Кривошеков, О.Е.Кочнева, В.И.Зотиков, Л.Н.Долгих. Пермь, Изд-во Перм. нац. исследов. политех. университета. 2012.-50с.

8. Ю.И.Брагин. Учебное пособие по подготовке выпускной квалификационной работы (дипломному проектированию) для студентов, обучающихся по специальности «Геология нефти и газа» и направлению «Прикладная геология» Москва, 2011г. РГУНГ им. И.М. Губкина. Электронный ресурс.

9. Правила безопасности при геологоразведочных работах. М.: Недра, 1991.

10. Сборник сметных норм (ССН): вып.1-11. М.: ВИЭМС, 1993.

11. Сборник норм основных расходов (СНОР): вып. 1-11. М.: ВИЭМС, 1994.

12. Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа / Под ред. Э.А. Бакирова и В.Ю. Керимова. В 2-х кн. – Кн. 1: Теоретические основы прогнозирования нефтегазоносности недр, 2012.

13. Теоретические основы поисков и разведки нефти и газа / Под ред. Э.А. Бакирова и В.Ю. Керимова. В 2-х кн. –Кн. 2: Методика поисков и разведки скоплений нефти и газа.2012.

14. Методические рекомендации по составлению проектной документации на проведение геологического изучения недр – поисково-оценочных работ на углеводородное сырье (нефть, газ, конденсат) на лицензионном участке, Минпроды, РОСНЕДРА, ФБУ «РОСГЕОЛЭКСПЕРТИЗА», М., 2017. 84 С.

Примерные темы выпускных квалификационных работ – дипломных проектов или дипломных работ

1. Геологическое строение и нефтегазоносность ...локального объекта, участка, района, региона и т.д.
2. Перспективы нефтегазоносности ... района, участка, региона и т.д. в связи с
3. Анализ геохимической неоднородности осадочных комплексов на основе изучения рассеянного органического вещества и битумоидов.
4. Анализ динамики добычи нефти и газа и уточнение параметров разработки месторождения.
5. Анализ палеогеографических условий формирования продуктивных отложений на рассматриваемой территории с обоснованием направления поисковых или разведочных работ в зависимости от происхождения ловушек и пространственных условий аккумуляции нефти и газа.
6. Анализ применения методов прямых геохимических поисков нефти и газа (по данным водногазового, газокернового или гидрохимического опробования приповерхностных отложений и водных источников) какого-либо района.
7. Анализ пространственного изменения коллекторских свойств продуктивных горизонтов (продуктивных отложений), их генетическая классификация с учетом промысловых свойств.
8. Анализ тектонического строения и палеотектонических условий развития территории (региона) с дифференцированным обоснованием перспективности выявленных структурных ловушек.
9. Геологические критерии и количественная оценка перспектив нефтегазоносностиОтложений ... районов
10. Уточнение геологическое строение (какого-либо района, месторождения) и результаты изучения коллекторских свойств (какого-либо пласта, горизонта) по данным ГТИ и ГИС.

11. Геология и оценка перспектив нефтегазоносности (конкретного района, региона) и подсчет прогнозных ресурсов нефти и газа.

12. Геохимическая характеристика осадочного разреза (продуктивной или перспективной части) ... площади по результатам аналитических исследований с целью оценки их нефтегазопроизводящих свойств.

13. Геохимическая характеристика свободных газов, конденсатов и нефтей (какого-либо месторождения, впадины, НГО, НГР).

14. Компьютерное моделирование геологических и геохимических процессов в осадочных породах НГБ.

15. Корреляции (локальная или региональная) продуктивных отложений с использованием промыслово-геофизических материалов, палеонтологических и палинологических определений, данных литолого-петрографического исследования пород.

16. Литологические особенности строения отложений... зоны.

17. Методика и результаты изучения промысловых свойств пород по данным промыслово-каротажных исследований и керна.

18. Методика и результаты определения промысловых характеристик продуктивных горизонтов по результатам лабораторного исследования керна и по данным ГИС с целью обоснования подсчетных параметров запасов нефти и газа;

19. Методы исследования физических свойств горных пород и флюидов.

20. Моделирование и оценка точности подсчетных параметров по результатам статистической обработки данных ГИС, керна и гидродинамических исследований скважин.

21. Особенности геологического строения нефтяного месторождения...и геохимическая характеристика нефти.

22. Состояние сырьевой базы углеводородов арктических морей и проблемы их изучения и освоения.

23. Оценка точности подсчета запасов углеводородов.

24. Физико-химическая характеристика нефтей, газов и конденсатов по группе месторождений (залежей) и анализ причин пространственного изменения их свойств и состава.

25. Оценка перспектив нефтегазоносности ... комплекса (стратиграфического интервала)...участка, района региона на основе ... моделирования.

26. Геологические предпосылки и обоснование проведения региональных геологоразведочных работ на нефть и газ ... региона, малоизученного района и т.д.

27. Проект регионального изучения ... участка, района с целью выявления перспективных на нефть и газ участков и комплексов.

28. Уточнение геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности... участка.

29. Количественная оценка ресурсов нефти и газа ... района.

30. Уточнение локализованных ресурсов нефти и газа ... участка на основании проведения площадных сейсморазведочных работ.

31. Прогноз нефтегазоносности ... комплекса... района на основании изучения коллекторских свойств.

32. Прогноз нефтегазоносности ... комплекса... района на основании изучения геохимических (тектонических) показателей.

33. Изучение литологических особенностей ... пласта с целью оценки коллекторских свойств.

34. Изучение коллекторских свойств ... пласта... района с целью обоснования первоочередных участков ГРП.

35. Петрофизические исследования ... пласта... месторождения с целью обоснования выбора первоочередных участков бурения скважин.

36. Балансовое и геохимическое моделирование углеводородной системы ... возраста ...района.

37. Анализ возможных типов ловушек нефти и газа ... района по результатам сейсморазведочных региональных ГРП.

38. Проект бурения (геологическая часть) параметрической, поисковой разведочной скважины... участка.

39. Выделение зон нефтегазонакопления ... района, региона, комплекса как результат региональных (или регионально-зональных) исследований.
40. Оценка зон нефтегазонакопления ... региона, района.
41. Разработка геолого-геофизической модели строения ... малоизученного района.
42. Геологическая модель ... месторождения нефти (газа).
43. Геологическая модель... продуктивного пласта ... месторождения.
44. Проект геологического изучения ... участка недр.
45. Проект сейсморазведочных работ на ... участке недр.
46. Проект поисковых работ на ... участке недр.
47. Проект разведочных работ ... месторождения.
48. Проект доразведки ... месторождения.
49. Групповой проект поисков на ... участке недр.
50. Подсчет запасов ... пласта ... месторождения нефти или газа.
51. Обоснование параметров подсчета запасов по результатам ПГИ скважин и исследований керна... месторождения.
52. Обоснование параметров подсчета запасов... месторождения по результатам исследований флюидов.
53. Разработка бассейновой модели... участка с целью выделения первоочередных участков ГРП.
54. Обоснование КИН ... залежи... месторождения.
55. ТЭО проведения ГРП (любой стадии) в ... районе.
56. ТЭО КИН залежи... месторождения.
57. Анализ получения отрицательных результатов на нефть и газ при изучении ... региона.
58. Комплексное изучение ... района с целью вовлечения в хозяйственный оборот месторождений полезных ископаемых (включая нефть и газ).
59. Анализ (состояние) фонда резервных объектов. Подготовленных к бурению в пределах ... района.

60. Анализ критериев нефтегазоносности выбора наиболее перспективных на нефть и газ объектов (участков) в ... районе.
61. Выбор первоочередных участков лицензирования с целью развития сырьевой базы нефти и газа компании ... в регионе.
62. Анализ сырьевой базы и геологических рисков, предлагаемых для лицензирования участков, с целью выбора наиболее значимых для компании.
63. Анализ состояния сырьевой базы ... региона.
64. Сырьевая база трудноизвлекаемых нефтей ... региона, района с целью анализа возможностей вовлечения ее в хозяйственный оборот.
65. Анализ условий формирования скоплений нефти и газа в ... районе с целью выбора наиболее значимых направлений ГРП.
66. Низкопоровые (низкопроницаемые) толщи ... района - резерв наращивания сырьевой базы нефти и газа.
67. Перспективы вовлечения в хозяйственный оборот (лицензирование) скоплений УВС сланцевых толщ.
68. Изучение флюидоупоров ... района с целью снижения геологических рисков расформирования залежей УВ.
69. Анализ критериев нефтегазоносности ... района с целью прогноза перспектив нефтегазоносности.
70. Анализ возможностей развития (производства) рынка сбыта нефти и газа (в регионе, мире, Европе).

Примерный перечень графической документации дипломного проекта/работы

1. Обзорная карта района работ (с объектами инфраструктуры) с указанием района или объекта исследований дипломного проекта/работы (масштаб 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000).
2. Геологическая карта района (масштаб 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000).
3. Сводный литолого-стратиграфический разрез (масштаб 1:1 000, 1:500, 1:200) с указанием реперных и маркирующих горизонтов, выделенных нефтегазоносных комплексов и нефтегазопродуктивных интервалов.
4. Тектоническая карта (схема) района работ (масштаб 1:500 000, 1:200 000).
5. Карта (схема) геолого-геофизической изученности (масштаб 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000). 1:5 000).
6. Геологические специальные карты (структурные (района, объекта, месторождения), при необходимости - кровли-подошвы пластов, литолого-фациальные, карты толщин комплексов, пластов, карты развития коллекторов, (масштаб 1:10 000, 1:5 000, 1:2 000).
7. Геологические разрезы (региональные, зональные, через участок работ или конкретный объект - структуру, месторождение).
8. Схема расположения скважин (масштаб 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000), с разделением на виды и назначение с указанием забоев или отметок вскрытия пласта, с разделением на продуктивные и «пустые».
9. Приложение, отражающие результаты, достигнутые при разработке специальной главы (результаты моделирования геологических объектов, тематические прогнозные карты нефтегазоносности, подсчетные планы, схемы выделения коллекторов, схемы корреляции, проектные и типовые разрезы скважин, карты распределения запасов и ресурсов, типовые разрезы).
10. График выполнения геологоразведочных работ и основные технико-экономические показатели.

Список графических приложений может быть сокращен или изменен по согласованию с руководителем дипломного проектирования. Графические приложения сопровождаются стандартным штампом, который помещается в правом нижнем углу чертежа. Перечень графических приложений приводится в тексте после «Заключения» и указывается в оглавлении.

Приложение 3

Примерное содержание дипломного проекта, основным направлением которого, является составление Проекта поисково-оценочных работ на участке недр

ВВЕДЕНИЕ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ

1.1. Общие сведения об объекте

1.2. Географо-экономические условия

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ

2.1. Геолого-геофизическая изученность

2.2. Геологическое строение площади

2.2.1. Проектный литолого-стратиграфический разрез

2.2.2. Тектоника

2.2.3. Нефтегазоносность

2.2.4. Гидрогеологическая характеристика разреза

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ И ОБЪЕМ ПРОЕКТИРУЕМЫХ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ

3.1. Цели и задачи поисково-оценочных работ

3.1.1. Сейсморазведочные работы МОГТ-3D

3.1.2. Методика обработки сейсмических данных

3.1.3. Комплексная интерпретация геолого-геофизических материалов

3.2. Система расположения поисково-оценочных скважин

3.3. Геологические условия проводки скважин

3.4. Характеристика промывочной жидкости

- 3.5. Обоснование типовой конструкции скважин
- 3.6. Оборудование устья скважин
- 3.7. Комплекс геолого-геофизических исследований
 - 3.7.1. Отбор керна и шлама
 - 3.7.2. Геофизические и геохимические исследования
 - 3.7.3. Опробование и испытание перспективных горизонтов
 - 3.7.4. Лабораторные исследования
- 3.8. Сводный перечень проектируемых работ
- 4. ПОПУТНЫЕ ПОИСКИ
- 5. ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ПОИСКОВО-ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ
- 6. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
- 7. ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ НА ЛУ
- 8. ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ СТОИМОСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ
- 9. ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ И ТРЕБОВАНИЯ К ПОЛУЧАЕМОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О НЕДРАХ
 - 9.1. Подсчёт ожидаемых запасов нефти, конденсата и газа
 - 9.2. Основные технико-экономические показатели проектируемых работ

Примерное содержание дипломного проекта, основным содержанием которого является проектирование бурения скважины

ВВЕДЕНИЕ

1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 1.1. Общие сведения о районе проектируемых работ
- 1.2. История геологического изучения района работ
- 1.3. Геолого-геофизическая изученность
- 1.4. Стратиграфия
- 1.5. Литология
- 1.6. Тектоника
- 1.7. Краткие сведения о гидрогеологии
- 1.8. Нефтегазоносность
- 1.9. Анализ состояния запасов и разработки (в случае выявленного месторождения)

2. ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ВЫПОЛНЕННЫХ И ЗАДАЧИ ДАЛЬНЕЙШИХ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

- 2.1. Проектная (методическая) часть
- 2.2. Методика проектируемых поисково-разведочных работ.....
 - 2.2.1. Методика проведения сейсморазведочных работ
 - 2.2.2. Методика проведения буровых работ
- 2.3. Геологическая эффективность проектируемых работ

3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

- 3.1. Геологические условия бурения
- 3.2. Проектирование типовой конструкции скважин
- 3.3. Объемы проектируемых работ (сейсморазведочных, буровых, промысловой геофизики, опробованию, отбору керна, лабораторным исследованиям и пр.)

4. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

- Глава 4.1. Охрана окружающей среды
- Глава 4.2. Охрана труда

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Требования к оформлению дипломного проекта

В соответствии с приказом Ректора СПГГИ(ТУ) №44-адм. от 12.03.98 г. «О порядке оформления студентами аттестационных и выпускных работ», дипломный проект/работа выполняется на компьютере и представляется в печатном и электронном вариантах. Текстовая часть (объяснительная записка) должна быть распечатана на принтере на одной стороне белой бумаги формата А4 (210x297 мм) с полями: левое 30 мм, правое 25 мм, верхнее и нижнее по 25 мм. Нумерация страниц осуществляется арабскими цифрами по центру вверху.

Титульный лист является первым листом объяснительной записки. Далее следует задание на дипломный проект/работу, утвержденное заведующим кафедрой. Следующий лист содержит краткую (до 10-15 строк) аннотацию проекта, которая представляется в двух версиях - на русском и на иностранном языках. Титульный лист, задание и аннотация включаются в общую нумерацию страниц, но номера на них не ставят.

Шрифт для текста TimesNewRoman, прямой, высота 12, в заголовках частей, разделов и глав 14-20. Допустимо выделение заголовков жирным и полужирным шрифтом. Выравнивание текста двустороннее, заголовков – по центру, переносы слов автоматические.

Раздел «Содержание» представляется в табличной форме в две колонки, размер шрифта 10.

Текст объяснительной записки разделяется на части, главы, разделы, подразделы и пункты. Части имеют порядковую нумерацию в пределах всего текста, главы в пределах частей и т. д. В конце номеров частей, глав, разделов и подразделов ставятся точки, например: 4.1.1, что означает: четвертая часть, первая глава, первый раздел. Содержащиеся в тексте пункты перечисления обозначаются после двоеточия арабскими цифрами со скобкой: 1), 2) и т.д.

Формулы и иллюстрации нумеруются по главам, при этом иллюстрации сопровождаются наименованиями и ссылками в тексте, формулы - ссылками и раскрытием буквенных обозначений сле-

ва направо непосредственно под формулой. Номер формулы состоит из номера главы и порядкового номера формулы в главе, отделенного точкой. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например: (5.1.1) - первая формула главы 5.1.

Иллюстрации выполняются средствами компьютерной графики или от руки тушью на листах белой или миллиметровой бумаги формата А4 или А3 (297х420) со складыванием до формата А4. Допускается включение в текст четких фотографий, наклеиваемых на бумагу. Все иллюстрации обозначаются сокращением «Рис....» . Ссылки на иллюстрации в тексте приводятся с указанием их порядкового номера, например: «как видно на рис. 3.1....». Повторные ссылки на иллюстрации следует давать в круглых скобках с сокращением слова «смотри», например: (см. рис. 4.3).

Таблицы нумеруются арабскими цифрами (без знака №) по тем же правилам, что и иллюстрации. Слово «Таблица» с номером помещают над ее правым верхним углом выше заголовка. На все таблицы в тексте должны быть приведены ссылки после их первого упоминания. Таблица должна быть расположена на листе так, чтобы ее было удобно рассматривать без поворота листа или с поворотом на 90° по часовой стрелке.

При написании в тексте и на чертежах фамилий инициалы пишутся перед ними, например: «В.М. Крейтер». Исключение составляет список литературы, в котором инициалы указываются после фамилий.

Графические приложения к проекту выполняются на стандартных листах чертежной бумаги размером 594х841 мм. Все чертежи выполняются средствами компьютерной графики или вычерчиваются тушью: элементы орографии (горизонталы и их оцифровка, бергштрихи, скальные обрывы, отвалы горных выработок) - сепией; элементы гидрографии (реки, озера, болота, родники, ледники и их названия) - синей тушью; все остальные элементы топографической и геологической ситуаций - черной тушью. На геологических документах масштаба 1:50 000 и мельче применяются только обще-

принятые условные обозначения, цвета и тона красок. На чертежах, кроме заголовка должны быть указаны составители, масштаб (численный и линейный), год составления.

Основные требования к содержанию и оформлению графических материалов

Компоновка карты

На листе карты размещаются следующие элементы:

- 1) полотно карты (само картографическое изображение);
- 2) легенда (условные обозначения);
- 3) стратиграфическая колонка;
- 4) геологические разрезы;
- 5) дополнительные мелкомасштабные схемы, блок-диаграммы и др.

Все элементы заключаются в общую рамку, отстоящую на 10 мм от краев листа, в правом нижнем углу рамки размещается угловой штамп. Схема компоновки карты показана на рис. П1.1.

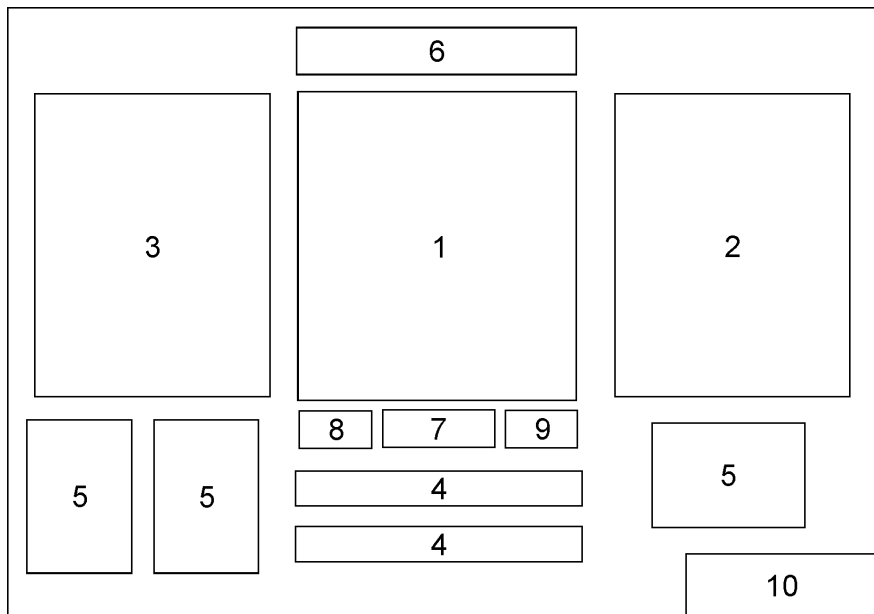


Рис. П1.1. Схема компоновки карты: 1 – полотно карты; 2 – легенда; 3 – стратиграфическая колонка; 4 – геологические разрезы; 5 – дополнительные мелкомасштабные схемы, блок-диаграммы и др.; 6 – заголовок; 7 – числовой и линейный масштабы, сечение горизонталей; 8, 9 – сведения об авторстве и оформлении карты; 10 – угловой штамп.

Геологические разрезы

Геологические разрезы являются обязательным элементом геологической карты и должны давать наглядное представление об условиях залегания геологических тел, общих особенностях структуры района и специфических особенностях строения выделенных в нем геологических (структурных) зон.

Направления геологических разрезов должны выбираться так, чтобы информация о строении района была достаточно полной. Предпочтительны разрезы, пересекающие всю карту по прямой линии. При сложных структурах допускается построение разреза по

ломаной линии. Положение геологических разрезов на карте обозначается тонкими черными линиями, которые проводятся до пересечения их с рамками карты. Точки пересечения линии разреза с рамками листа и точки излома обозначаются прописными буквами русского алфавита

Меридиональные и отклоненные к востоку от меридиана разрезы располагаются так, чтобы слева был юг, остальные располагаются так, чтобы слева был запад.

На каждом разрезе должны быть показаны:

- гипсометрический профиль местности;
- линия уровня моря (за исключением высокогорных районов);
- шкала вертикального масштаба с делениями через 0,5 см и подписями в тысячах метров на обоих концах разреза;
- буквенные обозначения, привязывающие разрез к карте.

Шкала высот должна обеспечить отражение всех геологических образований, показанных на карте вдоль разреза.

Географические ориентиры (реки, озера, вершины гор), через которые проходит линия разреза, отмечаются указками над гипсометрической линией и сопровождаются названиями ориентиров. Положение на разрезе орографических и гидрографических ориентиров, как и геологических границ, должно точно соответствовать их положению на карте.

Вертикальный и горизонтальный масштабы разрезов должны соответствовать масштабу карты. Увеличение вертикального масштаба (до 20 раз) допустимо только для районов с пологим и горизонтальным залеганием пород. Для частей района, различающихся степенью дислоцированности, могут быть составлены разрезы с разными вертикальными масштабами, причем в пункте смены масштаба на линии разреза делается разрыв шириной 0,5 мм.

Глубина разреза определяется глубинностью ранее проведенных геологоразведочных работ и величиной эрозионного вреза, а

также надежностью глубинной интерпретации геологических и геофизических данных.

Разрезы должны быть полностью увязаны с картой контурами, цветом, крапом, индексами, наклонами слоев и мощностью подразделений.

При малой мощности каких-либо стратиграфических подразделений допускается их объединение в одно подразделение, которое можно отразить в масштабе разреза, с обязательным внесением в легенду карты соответствующих дополнительных обозначений с указанием «Только на разрезах».

Четвертичные отложения показываются, либо когда их мощность может быть отражена в масштабе разреза, либо когда им придается особое значение (в последнем случае они изображаются в несколько увеличенном масштабе; масштаб указывается в подписи к разрезу).

На разрезах штриховыми линиями можно показывать предполагаемое продолжение геологических границ выше земной поверхности. При необходимости тонкими черными линиями могут быть показаны мелкая складчатость, не выраженная на карте, и особенности вещественного состава полого или горизонтально залегающих образований.

Буровые скважины показываются черными сплошными линиями, если они попадают на линию разреза или располагаются вблизи нее, и черными штриховыми, если они спроектированы на плоскость разреза. Забой скважины ограничивается короткой горизонтальной линией (подсечкой).

Стратиграфическая колонка

Стратиграфическая колонка содержит информацию, отражающую соотношение мощностей и состав стратиграфических подразделений. Она размещается слева от ГК. *Четвертичные отложения на стратиграфической колонке не отражаются.*

Стратиграфическая колонка представляет собой таблицу из ряда (восьми-девяти) вертикальных граф, включающих в себя (слева направо):

- общую и региональные стратиграфические шкалы с указанием системы, отдела, яруса и горизонта (четыре графы для фанерозоя);
- индекс местного стратиграфического подразделения;
- литологический состав и положение находок органических остатков – собственно колонка;
- мощность картографируемых подразделений или интервалы мощности при ее изменчивости; если мощность точно не установлена, пишутся слова: *более..., менее...*;
- характеристики геологических подразделений (наименования стратиграфических подразделений, краткое описание вещественного состава, перечень важнейших (руководящих) ископаемых органических остатков.

Стратиграфические подразделения в колонке раскрашиваются и индексируются в полном соответствии с цветами и индексами геологических подразделений на карте.

Вертикальный масштаб стратиграфической колонки выбирается таким образом, чтобы ее высота не превышала размеров вертикальной рамки карты и на ней можно было бы отразить основные особенности внутреннего строения выделенных подразделений. Колонка строится по максимальным мощностям отложений, но если из-за большой мощности каких-либо подразделений длина колонки резко возрастает, то допускается делать пропуски («разрывы») внутри однородных в вещественном отношении интервалов разреза, изображаемые тонкой двойной (с промежутком в 2 мм) волнистой линией. Если мощность частей разреза (например, мезозоя и палеозоя) резко различна, допустимо составлять для них колонку в разных масштабах, оговорив это в примечании под колонкой. В этом случае колонка делится на две части с промежутком в 5 мм, причем «шапка» колонки вычерчивается только для верхней части.

К дипломному проекту должен быть приложен список использованной литературы. Требования к его составлению изложены в Приложении 6.

Примеры библиографических описаний для оформления списка литературы
Монографии

1. *Заварицкий А.Н.* Изверженные горные породы. - М.: Наука, 1961. - 479 с.
2. *Михайлов А.И.* и др. Основы информатики / А.И. Михайлов, А.И. Черный, Р.С. Гиляревский М.: Наука, 1968. - 755 с.
3. *Плющев Е.В.* и др. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований / Е.В. Плющев, О.П. Ушаков, В.В. Шатов, Г.М. Беляев. - Л.: Недра, 1981.- 252 с.
4. Геологическая документация при геолого-съемочных и поисковых работах / А.И. Бурдэ, А.А. Высоцкий, А.Н. Олейников и др. - Л.: Недра, 1984. - 271 с. (методическое пособие по геологической съемке масштаба 1:50 000. Вып.14. Всесоюзн. науч.-иссл. геол. институт)

Переводная литература

Мило Ж. Геология глин. Пер. с франц. - Л.: Недра, 1968. - 350 с.

Статьи

Из сборника:

Биостратиграфия пермских отложений Южного Приморья / В.И. Бурого, А.В. Киселева, Г.В. Котляр и др. // Материалы по стратиграфии верхней перми на территории СССР. - Казань: Казанский университет, 1977. - с.250-268.

Из журнала:

Фирсова С.О., Якименко Е.Ю. Еще раз к вопросу о шунгите // Литология и полезные ископаемые. - 1985. -№ 1. - с.88-94.

Из трудов:

Тимофеев В.М. К генезису прионежского шунгита // Тр. Ленингр. Об-ва естествоиспытателей, отд. геол. и минерал. - 1924. - Т.39, вып. 4. -с.99-102.

Из материалов конференций(совещаний, симпозиумов и т. д.):

Современное состояние терминологии и номенклатуры изверженных пород / В.С. Коптев-Дворников, С.Е. Ефимова, Ф.Р. Апельцин и др. // Матер. IV Всесозн. петрограф. совещ., М.: Наука, 1972. - с.37-100.

Приложение 7

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Тема: _____

Студента _____

Факультет *геологоразведочный*

Кафедра *геологии нефти и газа*

Руководитель

(Фамилия И. О., место работы, должность, ученое звание, степень)

Оценка соответствия требованиям ГОС подготовленности автора выпускной работы

| Требования к профессиональной подготовке | Соответствует | В основном соответствует | Не соответствует |
|---|---------------|--------------------------|------------------|
| Уметь корректно формулировать и ставить задачи (проблемы) своей деятельности при выполнении выпускной работы, анализировать, диагностировать причины появления проблем, их актуальность | | | |
| Устанавливать приоритеты и методы решения поставленных задач (проблем) | | | |
| Уметь использовать научную и техническую информацию – правильно оценить и обобщить степень изученности объекта исследования | | | |
| Владеть компьютерными методами сбора, хранения и обработки (редактирования) информации, применяемой в сфере профессиональной деятельности | | | |
| Владеть современными методами анализа и интерпретации полученной информации, оценивать их возможности при решении поставленных задач (проблем) | | | |
| Уметь рационально планировать время выполнения работы, определять грамотную последовательность и объем операций и решений при выполнении поставленной задачи | | | |

| Требования к профессиональной подготовке | Соответствует | В основном соответствует | Не соответствует |
|---|---------------|--------------------------|------------------|
| Уметь объективно оценивать полученные результаты расчетов, вычислений, используя для сравнения данные других направлений. | | | |
| Уметь анализировать полученные результаты интерпретации полученных данных | | | |
| Знать методы системного анализа | | | |
| Уметь осуществлять деятельность в кооперации с коллегами, находить компромиссы при совместной деятельности | | | |
| Уметь делать самостоятельные обоснованные и достоверные выводы из проделанной работы | | | |
| Уметь пользоваться научной литературой профессиональной направленности | | | |

Достоинства _____

Недостатки _____

Заключение _____

Руководитель _____ «__» _____ 201__ г.
(подпись)

**ОТЗЫВ
РЕЦЕНЗЕНТА О ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОН-
НОЙ РАБОТЕ**

Студента _____

Факультет геологоразведочный

Кафедра геологии нефти и газа

Тема: _____

Рецензент _____

(Фамилия, И.,О., место работы, должность, ученое звание, степень)

**ОЦЕНКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РА-
БОТЫ**

| № п/п | Показатели | 5 | 4 | 3 | 2 | * |
|----------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Актуальность тематики работы | | | | | |
| 2 | Степень полноты обзора состояния вопроса и корректность постановки задачи | | | | | |
| 3 | Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, расчетов | | | | | |
| 4 | Степень комплексности работы, применение в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин | | | | | |

| № п/п | Показатели | 5 | 4 | 3 | 2 | * |
|-------|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения | | | | | |
| 6 | Применение современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий в работе | | | | | |
| 7 | Качество оформления (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандартов) | | | | | |
| 8 | Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту | | | | | |
| 9 | Обоснованность и доказательность выводов работы | | | | | |
| 10 | Оригинальность и новизна полученных результатов, научно-исследовательских или производственно - технологических решений | | | | | |

* - не оценивается (трудно оценить)

Достоинства _____

Недостатки _____

Замечания _____

Заключение _____

Рецензент _____ «__» _____ 201__ г.
(подпись)

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| Выбор темы дипломного проекта/работы..... | 4 |
| Порядок работы над дипломным проектом/работой..... | 9 |
| Примерное содержание разделов и глав дипломного проекта/работы..... | 13 |
| Введение..... | 13 |
| Глава 1. Краткий географический очерк..... | 13 |
| Глава 2. Общие сведения о геологическом строении | 14 |
| 2.1. Геолого-геофизическая изученность..... | 14 |
| 2.2. Литолого-стратиграфическая характеристика разреза | 15 |
| 2.3. Тектоника | 15 |
| 2.4. Гидрогеология | 16 |
| 2.5. Полезные ископаемые | 17 |
| Глава 3. Нефтегазоносность | 17 |
| Глава 4. Специальная глава | 19 |
| Глава 5. Методическая часть..... | 21 |
| Глава 6. Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды..... | 24 |
| Глава 7. Экономическая часть..... | 26 |
| Заключение | 27 |
| Научная работа при подготовке дипломного проекта..... | 27 |
| РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 27 |

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

***Методические указания к выпускной квалификационной работе
для студентов специальности 21.05.02***

Сост.: *О.М. Прищепа, Ю.В. Нефедов, Е.Ю. Блинникова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
геологии нефти и газа

Ответственный за выпуск *О.М. Прищепа*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 18.04.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 3,0. Усл.кр.-отт. 3,0. Уч.-изд.л. 2,5. Тираж 75 экз. Заказ 376. С 138.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет**

Кафедра геологии нефти и газа

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

БУРОВЫЕ РАБОТЫ

*Методические указания к дипломному проектированию
для студентов специальности 21.05.02*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019**

УДК 622.24 (073)

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. Буровые работы: Методические указания к дипломному проектированию / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *Ю.В. Нефедов, М.В. Нуцкова, Э.Н. Ханова*. СПб, 2019. 34 с.

Изложены рекомендации по выполнению производственно-технической части выпускной квалификационной работы студентов специальности 21.05.02, а также дан рекомендательный библиографический список. Представлена информация по выбору и расчету конструкции, профиля скважины, выбору породоразрушающего инструмента, типа очистного агента, способа бурения. Изложена методика расчета режимов бурения, бурильной и обсадной колонн. Представлен краткий расчет крепления скважин, а также даны рекомендации по выбору буровой установки.

Методические указания предназначены для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Геология нефти и газа».

Научный редактор проф. *А.М. Жарков*

Рецензент проф. *А.А. Ильинский* (СПбПУ)

СТРУКТУРА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ И ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ЕЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ

Проект разрабатывается с учетом современных достижений техники и технологии бурения нефтяных и газовых скважин и должен носить конкретный характер. Следует избегать общих рассуждений и подробного описания стандартного оборудования и инструмента.

Производственно-техническая часть должна включать следующие разделы:

- 1) геологические условия строительства скважин;
- 2) выбор конструкции скважины;
- 3) выбор бурового раствора;
- 4) обоснование выбора способа бурения скважины;
- 5) выбор породоразрушающего инструмента;
- 6) проектирование режимно-технологических параметров бурения;
- 7) выбор компоновки и расчет колонны бурильных труб,
- 8) крепление скважины;
- 9) выбор буровой установки.

Содержание каждого из разделов с учётом существующих отраслевых руководств и инструкций должно отвечать следующим требованиям.

1. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН

Приводятся краткие сведения (в виде таблиц) о геологическом строении. Дается описание пород геологического разреза с расчленением его на стратиграфические подразделения с указанием их мощности и глубины залегания. Указываются данные о пластовых (поровых) давлениях (градиентах давления), давлениях поглощения жидкости и гидроразрыва пластов, а также геостатической температуре по всему разрезу скважины.

Приводятся сведения о стратиграфической принадлежности продуктивных пластов, их типе, литологическом составе (особо о содержании глинистых частиц), мощности, интервале залегания, ожидаемых коллекторских свойствах, пластовом давлении, температуре, коэффициентах продуктивности. Дается характеристика компонентного состава всех проб, отобранных на предшествующих стадиях работ, сведения о физико-химических свойствах нефти и газа, типе залежи.

Приводится характеристика водоносных горизонтах разреза с указанием их мощности, величины пластового давления и давления поглощения, химического и газового состава вод. Указываются интервалы ожидаемых осложнений (обвалы, осыпи, поглощения промывочной жидкости, нефте-, газо-, водопроявления, осолонения промывочной жидкости, сужения стволов и т.п.) с выделением тех из них, которые могут оказаться агрессивными по отношению к цементному камню и металлу обсадных труб.

2. ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИНЫ

В соответствии с целевым назначением и основными задачами буровых работ, геолого-техническими условиями бурения и степенью их изученности обосновывается выбор конструкции скважины, определяющейся числом и диаметрами обсадных колонн и глубинами их спуска; диаметрами долот и интервалы бурения ими под каждую колонну, высотой подъема тампонажного раствора в затрубном пространстве и конструкцией забоя.

Конструкция скважины, согласно п. 117 «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (с изменениями на 12 января 2015 года) в части надежности, технологичности и безопасности должна обеспечивать[8]:

1) максимальное использование пластовой энергии продуктивных горизонтов в процессе эксплуатации за счет выбора оптимального диаметра эксплуатационной колонны и возможности достижения проектного уровня гидродинамической связи продуктивных отложений со стволом скважины;

2) применение эффективного оборудования, оптимальных способов и режимов эксплуатации, поддержания пластового давления, теплового воздействия и других методов повышения нефтегазоотдачи пластов;

3) условия безопасного ведения работ без аварий и осложнений на всех этапах производства буровых работ и эксплуатации скважины;

4) получение необходимой горно-геологической информации по вскрываемому разрезу;

5) условия безопасного ведения работ, связанных с пользованием недрами, и охраны окружающей среды в первую очередь за счет прочности и долговечности крепления скважины, герметичности обсадных колонн и кольцевых пространств, а также изоляции флюидосодержащих горизонтов друг от друга, от проницаемых пород и пространства вокруг устья скважины.

Согласно п. 118 «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» оптимальное число обсадных колонн и глубины установки их башмаков при проектировании конструкции скважин определяются количеством зон с несовместимыми условиями проводки ствола по градиентам пластовых (поровых) давлений, гидро разрыва (поглощения) пластов, прочности и устойчивости пород.

Башмак обсадной колонны, перекрывающий породы, склонные к текучести, следует устанавливать ниже их подошвы или в плотных пропластках.

До вскрытия продуктивных и напорных водоносных горизонтов должен предусматриваться спуск минимум одной промежуточной колонны или кондуктора до глубины, исключающей возможность разрыва пород после полного замещения бурового раствора в скважине пластовым флюидом или смесью флюидов различных горизонтов и герметизации устья скважины[8].

Конструкция скважины определяется числом спущенных обсадных колонн, отличающихся друг от друга глубиной спуска, диаметром, толщиной стенки, группой прочности, применяемых долот по интервалам, а также высотой подъема цементного раствора в затрубном пространстве.

Выбор числа обсадных колонн и глубины спуска производится по совмещенному графику давления. Выбор конструкции скважины производится на основании геологических условия залегания пород, ожидаемых осложнений, глубины скважины и т.д.

Разработка конструкции скважины начинается с выбора числа обсадных колонн и глубины их спуска, исходя из результатов выделения зон осложнений и интервалов ствола, несовместимых по условиям бурения. С этой целью производится анализ условий бурения по интервалам бурения по методу сверху вниз и строится совмещенный график изменений градиентов давлений: коэффициента аномальности пластовых давлений, индексов давления поглощения (гидроразрыва) и относительной плотности бурового раствора. Указанные градиенты определяются на основании данных промысловых исследований или прогнозируются.

Коэффициент аномальности:

$$k_a = \frac{P_{пл}}{\rho_B \cdot g \cdot h}$$

Индекс давления поглощения:

$$k_{погл} = \frac{P_{погл}}{\rho_B \cdot g \cdot h}$$

Индекс давления гидроразрыва:

$$k_{гр} = \frac{P_{гр}}{\rho_B \cdot g \cdot h}$$

Относительная плотность:

$$\rho_0 = k_a \cdot k_p,$$

где $P_{пл}$ – пластовое давление, МПа, $P_{погл}$ – давление поглощения, МПа, $P_{гр}$ – давление гидроразрыва, МПа, k_p – коэффициент резерва, если глубина скважины до 1200 м, то 1,1-1,15, если глубина скважины 1200-2500 м, то 1,05-1,1; для интервалов ниже 2500 м – 1,04-1,07; h – глубина скважины, м.

При отсутствии промысловых данных, давление начала поглощения на глубине H , можно вычислить по известным формулам и принять меньшее из полученных значений [3]:

$$P_{\text{погл}} = \frac{\mu}{1-\mu} (P_{\text{гор}} - P_{\text{пл}}) + P_{\text{пл}},$$

по К.В. Гаврилкевичу:

$$P_{\text{погл}} = 0,0083H_{\text{пл}} + 0,66P_{\text{пл}},$$

где $P_{\text{пл}}$ – пластовое давление на глубине H , МПа; $P_{\text{гор}}$ – горное давление вышележащих горизонтов, МПа, $P_{\text{гор}} = 0,01\rho_{\text{гор}} \cdot H_i$; μ – коэффициент Пуассона (табл.1) ; $\rho_{\text{гор}}$ – средневзвешенная плотность горных пород вышележащих горизонтов, определяемая геофизическими методами или лабораторными анализами кернового материала по близлежащим скважинам, г/см³.

Таблица 1

Коэффициент Пуассона для некоторых пород

| Порода | Коэффициент Пуассона, μ |
|-------------------------------|-----------------------------|
| Глина с прослоями песчаников | 0,33–0,40 |
| Глина плотная | 0,25–0,40 |
| Глина с прослоями алевролитов | 0,425 |
| Глинистые сланцы | 0,10–0,20 |
| Песчаник | 0,30–0,35 |
| Известняк | 0,28–0,33 |
| Каменная соль | 0,44 |
| Гравий | 0,26–0,29 |

Рассчитанные значения представляются в виде таблицы (табл. 2) и графика (рис. 1). Линии изменения этих коэффициентов и индексов на графике определяют границы зон совместимости внешних условий бурения и являются интервалами крепления скважины обсадными трубами, а их число соответственно определяет число обсадных колонн.

Таблица 2

Расчетные данные по разрезу скважины для построения графика совмещенных давлений

| Глубина, м | | Коэффициенты | | | Относительная плотность |
|------------|----|--------------|------------|--------------|-------------------------|
| от | до | аномальности | поглощения | гидроразрыва | |
| | | | | | |

Глубина спуска обсадной колонны принимается на 10-20 м ниже окончания зоны крепления, но не выше глубины начала следующей зоны крепления.

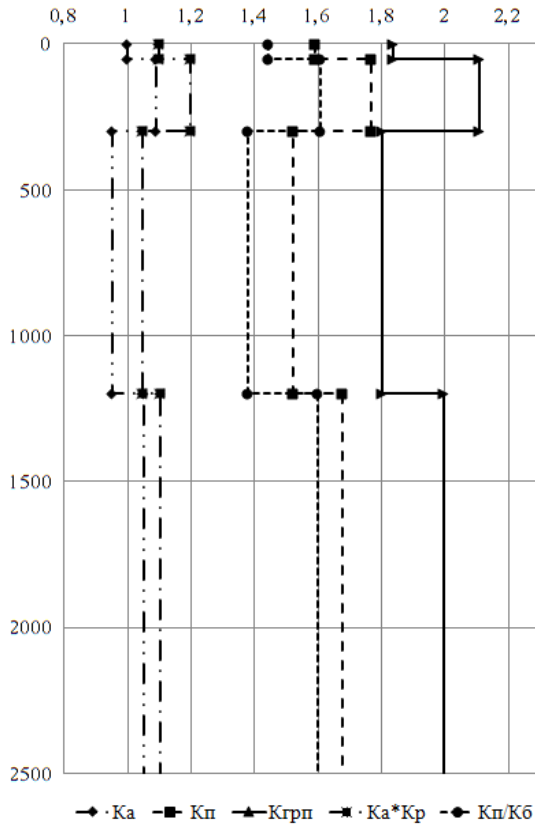


Рис. 1. Пример построения совмещенного графика давлений

При этом глубина спуска *направления* определяется необходимостью предохранения устья скважины от размыва, предохранения стенок скважины от осыпания, направления промывочной жидкости в желобную систему. В зависимости от прочности пород глубина спуска составляет от 5 м до 40 м. Как правило, перекрываются неустойчивые породы четвертичных отложений

Глубина спуска *кондуктора* определяется необходимостью охраны от загрязнения верхних водоносных горизонтов, которые могут служить источниками водоснабжения; предупреждения осложнений в верхней неустойчивой части разреза; условиями установки противовыбросового оборудования и подвески последующих обсадных колонн. Минимальная глубина спуска кондуктора должна быть не меньше величины понижения уровня бурового раствора в скважине вследствие подъема бурильной колонны при бурении последующего интервала скважины, в среднем составляет порядка 200-800 м.

В соответствии с п. 118 «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» до вскрытия продуктивных и напорных водоносных горизонтов должен предусматриваться спуск минимум одной промежуточной колонны или кондуктора до глубины, исключаяющей возможность разрыва пород после полного замещения бурового раствора в скважине пластовым флюидом или смесью флюидов различных горизонтов и герметизации устья скважины [8]. Для определения минимальной глубины спуска кондуктора (промежуточной колонны) используется формула [10]:

$$L_{Kmin} = \frac{1,05 \cdot P_y \cdot L_{кр}}{0,95 \cdot C \cdot L_{кр} - 1,05 \cdot (P_{пл} - P_y)}$$

где P_y – максимальное давление на устье при ГНВП при закрытом устье, кгс/см²; $P_{пл}$ – пластовое давление проявляющего горизонта, кгс/см²; $L_{кр}$ – глубина кровли (по вертикали) проявляющего горизонта, м; C – градиент гидроразрыва пород в зоне башмака кондуктора.

Глубина спуска *промежуточной колонны* определяется условиями безопасного бурения скважины открытым стволом, интервал которого может достигать 2500-3000 м. Она предназначена для перекрытия пластов при трудных геологических условиях бурения (несовместимые по пластовым давлениям пропластки, зоны высокого поглощения, отложения, склонные к набуханию, осыпанию и т.п.).

Глубина спуска *эксплуатационной колонны* определяется глубиной залегания продуктивного пласта и должна быть увязана с

принятым способом заканчивания скважины (открытый забой, фильтр, перфорация).

В тех случаях, когда износ промежуточных колонн незначителен, целесообразно вместо сплошной эксплуатационной колонны применять *хвостовики*. При этом необходимо обосновывать способ подвешивания хвостовика на ранее спущенной колонне. В соответствии с п. 120 «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» подвесное и герметизирующее устройство *потайной колонны* (хвостовика) должно устанавливаться выше башмака предыдущей обсадной колонны не менее чем на 75 м для нефтяных скважин и 250 м для газовых скважин[8].

В соответствии с п. 119 «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности» необходимая разность диаметров скважин и муфт обсадных колонн, а также диаметров обсадных труб при спуске безмуфтовых обсадных колонн устанавливается в рабочем проекте и выбирается исходя из оптимальных величин, установленных практикой производства буровых работ и максимально обеспечивающих беспрепятственный спуск каждой колонны до проектной глубины, а также качественное их цементирование[8].

Диаметры промежуточных обсадных колонн, а также кондуктора и направления выбирают в соответствии с величинами кольцевых зазоров между долотом и спускаемой обсадной колонной (наружным диаметром муфты либо высадки трубы для безмуфтовых труб) и между внутренней поверхностью обсадной колонны и спускаемым в нее долотом для бурения последующего интервала. Указанные величины зазоров уточняются на конкретных месторождениях в зависимости от длины интервала выхода из-под башмака предыдущей колонны, степени искривления ствола скважины, степени совершенства технологии бурения, квалификации персонала и других факторов. Выбор конкретных величин зазоров в курсовом проекте производится на основе имеющихся промысловых данных или рекомендуемых методических материалов.

Диаметры обсадных колонн и долот выбираются снизу вверх, начиная с эксплуатационной колонны. Диаметр эксплуатационной колонны зависит от способа заканчивания скважины, условий ее эксплуатации и задается заказчиком на буровые работы.

Наружные диаметры эксплуатационных колонн выбирают по суммарному дебиту скважины (табл. 3), а также с учетом возможности применения различного эксплуатационного оборудования, проведения мероприятий по повышению продуктивности пласта, бурения боковых стволов и т.д. Таким образом, применение обсадных колонн с наружным диаметром менее 146 мм не всегда может являться рациональным.

Таблица 3

| Рекомендуемые диаметры эксплуатационных колонн | | | |
|---|---|---------------------------------|---|
| Нефтяные скважины | | Газовые скважины | |
| Дебит, т/сут | Наружный диаметр эксплуатационной колонны, мм | Дебит, тыс. м ³ /сут | Наружный диаметр эксплуатационной колонны, мм |
| <40 | 114 | <75 | 114 |
| 40-100 | 127-140 | 75-250 | 114-146 |
| 100-150 | 140-146 | 250-500 | 146-178 |
| 150-300 | 168-178 | 500-1000 | 178-219 |
| > 300 | 178-194 | 1000-5000 | 219-273 |

Расчетный диаметр долота определяется по формуле:

$$D_d = d_m + 2 \cdot \delta$$

где d_m - наружный диаметр соединительной муфты обсадной колонны, δ - радиальный зазор (табл. 4) между муфтой обсадной колонны и стенкой скважины, мм.

Таблица 4

| Радиальный зазор между муфтой обсадной колонны и стенками скважины | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Диаметр обсадной колонны, мм | 114-127 | 140-168 | 178-245 | 273-299 | 324-351 | 377-508 |
| Радиальный зазор, мм | 5-15 | 10-20 | 10-25 | 15-30 | 20-40 | 25-50 |

Далее по[3], ГОСТ 20692-2003 «Долота шарошечные. Технические условия», ГОСТ 24328-80 «Шнеки буровые и долота лопастные к ним. Типы и основные размеры», ГОСТ 26474-85 «Долота и головки бурильные алмазные и оснащенные сверхтвердыми композиционными материалами. Типы и основные размеры» или каталогам компаний-производителей подбирается ближайший больший размер долота. Также

Внутренний диаметр обсадной колонны, через которую проходит соответствующее долото рассчитывается по формуле:

$$d_{вн} = D_{д} + 2 \cdot \Delta$$

где Δ – радиальный зазор между долотом и стенкой обсадной трубы, обычно принимается 3÷10 мм. Далее по ГОСТ [2, 10] подбирается ближайшее большее значение внутреннего диаметра колонны и указывается наружный диаметр и толщина стенки подобранной колонны.

Полученные данные сводятся в табл. 5.

Таблица 5

| Конструкция скважины | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|------------------|----------|------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Обсадная колонна | Диаметр, мм | | | | Толщина стенки обсадной колонны, мм | Типоразмер обсадной колонны |
| | Долота | Обсадной колонны | | | | |
| | | муфты | наружный | внутренний | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Высота подъема тампонажного раствора в затрубном пространстве и конструкция забоя скважины определяются на основании действующих инструкций и методических материалов. В соответствии с п.п. 22-224 «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности», *направления и кондуктора* цементируются до устья. В нижележащей части стратиграфического разреза цементированию подлежат: *продуктивные горизонты*, кроме запроектированных к эксплуатации открытым забоем; продуктивные отложения, не подлежащие эксплуатации, в том числе с непромышленными запасами; истощенные горизонты; напорные водоносные горизонты с коэффициентом аномальности более 1,3; водоносные проницаемые горизонты, находящиеся или планируемые к разработке; горизонты вторичных (техногенных) скоплений нефти и газа; интервалы, сложенные пластичными породами, склонными к деформациям; интервалы, породы которых или продукты их насыщения способны вызывать ускоренную коррозию обсадных труб.

Высота подъема тампонажного раствора по длине ствола скважины над кровлей продуктивных горизонтов, за устройством

ступенчатого цементирования или узлом соединения секций обсадных колонн, а также за башмаком предыдущей обсадной колонны в нефтяных и газовых скважинах должна составлять, соответственно, не менее 150 и 500 м.

При включении в состав обсадных колонн межколонных герметизирующих устройств они должны располагаться на высоте не менее 75 м для нефтяных скважин и 250 м для газовых скважин выше башмака предыдущей обсадной колонны, устройства ступенчатого цементирования и узла соединения секций обсадных колонн.

В таких случаях высота подъема тампонажного раствора ограничивается высотой расположения межколонного герметизирующего устройства. По существующим правилам по всей длине также цементируются промежуточные и эксплуатационные колонны в *разведочных* скважинах.

По полученным данным, с учетом совмещенного графика безразмерных давлений, строится схема конструкции скважины (рис. 2).

С учётом коэффициентов аномальности и индексов давления поглощения в продуктивном горизонте и вышележащей толще пород, а также типа коллектора выбрать схему вскрытия продуктивного пласта, тип бурового раствора и его рецептуру для вскрытия пласта бурением, величину допустимой репрессии на пласт или принять решение о вскрытии пласта с регулируемым дифференциальным давлением (на равновесии давлений). При необходимости выбрать способ вторичного вскрытия пласта перфорацией, тип перфоратора, плотность перфорации, вид жидкости, заполняющей скважину при проведении перфорационных работ, схему установки и типоразмер противовыбросового оборудования устья скважины, способ проведения перфорационных работ при репрессии.

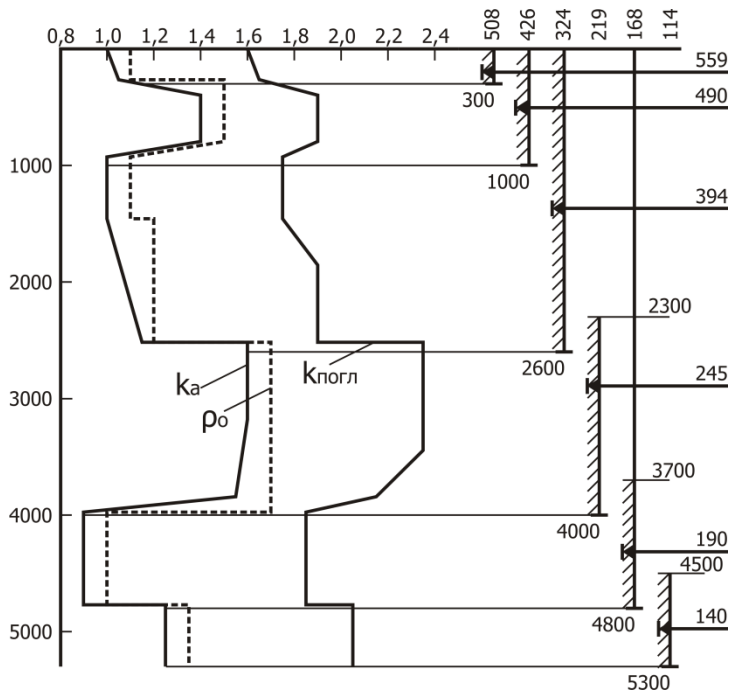


Рис. 2. Пример построения совмещенного графика безразмерных давлений, выбранной по интервалам относительной плотности бурового раствора и запроектированной конструкции скважины

3. ВЫБОР БУРОВОГО РАСТВОРА

Основной принцип выбора типа бурового раствора - соответствие его состава разбуриваемым породам на всем интервале бурения до спуска обсадной колонны. В соответствии с этим все буровые растворы разбиты на девять основных типов, которые подразделяются на виды, а виды - на рецептуры. Горные породы, в зависимости от их подверженности воздействию буровых растворов, разделены на пять групп: глинистые, хемогенные, гранулярные породы-коллекторы, твердые (не склонные к обвалообразованию) и много-

летнемерзлые. Процедура выбора типа бурового раствора предусматривает:

а) разбиение разреза скважины в соответствии с вышеуказанной классификацией горных пород на интервалы, в каждом из которых характеристики, определяющие выбор типа бурового раствора, принимают постоянное значение;

б) для каждого интервала выбирают множество допустимых типов растворов, причем на каждом интервале ими могут быть только растворы, которые применимы на всех вышележащих интервалах в пределах не обсаженной части скважины;

в) определяют оптимальную последовательность применения буровых растворов.

Основное условие, при выборе давления столба бурового раствора:

$$k_a \leq \rho_0 \leq k_{\text{погл}},$$
$$k_a \cdot k_p \leq \rho_0 \leq k_{\text{погл}}/k_b$$

где ρ_0 - относительная плотность бурового раствора, k_a - коэффициент аномальности пластового давления, $k_{\text{погл}}$ - индекс давления поглощения, k_b - коэффициент безопасности.

Плотность бурового раствора выбирается с учетом величины пластового давления $P_{\text{пл}}$ и обеспечения необходимого для предупреждения нефтегазоводопроявления коэффициента безопасности k_b , который при глубине скважины меньше 1200 м выбирают равным 1,1-1,15, а при большей глубине - 1,05-1,10. При бурении разведочных скважин, в зависимости от степени изученности района работ k_b принимается в диапазоне 1,2-1,5.

В интервалах совместимых условий бурения плотность бурового раствора должна создавать гидростатическое давление в скважине, превышающее пластовое на величину k_p : 10 % в интервале 0 - 1200 м, но не более 15 кгс/см² (1,5 МПа); 5 % в интервале от 1200 м до проекта, но не более 25-30 кгс/см² (2,5-3,0 МПа).

После расчета границ плотности бурового раствора данные наносятся на совмещенный график давлений и уточняется конструкция скважины.

Состав и другие параметры бурового раствора выбираются для бурения различных интервалов скважины с учетом рекомендаций, которые конкретизируются для заданных условий бурения с указанием рецептов и технологий их приготовления, химической обработки и утяжеления. Приводится расчет общей потребности в растворах каждого типа для бурения скважины, а также потребность в материалах и реагентах для приготовления буровых растворов. Обосновывается выбор оборудования для приготовления, очистки, дегазации и обработки этих растворов.

Тип бурового раствора выбирается на основе анализа геологического разреза (состав пород), пластовых давлений, давлений ГРП.

При выполнении данного этапа работы необходимо:

а) рассмотреть для каждого интервала возможные варианты типов бурового раствора и выбрать оптимальный с технологической точки зрения;

б) предусмотреть, каким образом будет осуществляться переход от одного типа бурового раствора к другому (соответствующей обработкой раствора в процессе бурения или полной заменой одного раствора на другой);

в) руководствоваться принципом выбора бурового раствора, который бы не только способствовал безаварийной проводке скважин, но и обеспечивал достижение высоких технических показателей бурения, был относительно дешевым и простым в приготовлении.

Показатели (параметры) бурового раствора характеризуют качество и существенно влияют на процесс бурения скважин, состояние её ствола и конечные результаты бурения. Слушатель должен для каждого интервала скважины регламентировать показатели бурового раствора с учетом выбранного типа и особенностей геологического разреза.

Обязательными для регламентации являются: плотность бурового раствора (ρ , кг/м³); условная вязкость (УВ, с); статическое напряжение сдвига (θ через 1 и 10 мин, дПа); показатель фильтрации (Φ , см³ за 30 мин.); толщина фильтрационной корки (δ , мм); водородный показатель (рН).

Данные по выбранным буровым растворам представить в виде табл. 6.

Таблица 6

Типы и параметры промывочных жидкостей

| Интервал бурения | Тип промывочной жидкости | Параметры | Система очистки |
|------------------|--------------------------|-----------|-----------------|
| | | | |
| | | | |

Также в данном разделе проекта приводится также перечень оборудования, необходимого для приготовления бурового раствора, очистки его от выбуренной породы и дегазации. При бурении на утяжеленном растворе рассматриваются способ ввода утяжелителя в буровой раствор и средства регенерации утяжелителя.

Выбор оборудования и его компоновки должен производиться с учетом используемых типов промывочной жидкости.

4. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СПОСОБА БУРЕНИЯ СКВАЖИНЫ

В соответствии с геологическим заданием, геолого-техническими условиями бурения и разработанной конструкцией скважины выбирается оптимальный способ бурения разных интервалов скважины. В современном бурении получили распространение два основных способа бурения нефтяных и газовых скважин: роторный и гидравлическими забойными двигателями (ГЗД). Наиболее обоснованно это может быть сделано методом вариантных экономических расчетов с определением технико-экономических показателей. Способ бурения выбирают с учетом особенностей и условий проходки скважин, а так же с учетом опыта бурения на данном месторождении. При отсутствии таких показателей выбор способа бурения обосновывается с учетом геолого-технических условий, глубины, профиля и конструкции скважин. Следует также учесть, что при бурении вертикальных интервалов целесообразнее применять роторный способ бурения, при наклонных – только забойными двигателями (турбинными, винтовыми, электрическими). В табл. 7 приведены некоторые рекомендации [2].

Таблица 7

Рекомендации по выбору способа бурения скважины

| Исходная информация | Способ бурения | | |
|---|----------------|-----|---------------|
| | Роторный | ГЗД | Электро-буром |
| Глубина Н, м: | | | |
| ≤3500 | + | + | + |
| 3500-4200 | + | - | + |
| >4200 | + | - | - |
| Забойная температура $T_{\text{заб}}$, °С: | | | |
| <140 | + | + | + |
| >140 | + | - | - |
| Профиль ствола скважины: | | | |
| Вертикальный | + | + | + |
| Наклонно направленный, горизонтальный | - | + | + |
| Тип циркулирующего агента: | | | |
| -Буровой раствор плотностью, кг/м ³ | | | |
| ≤1700-1800 | + | + | + |
| ≥1700-1800 | + | - | + |
| -Степень аэрации | | | |
| Высокая | + | - | + |
| Низкая | + | + | + |
| Газы, пена | + | - | - |
| Примечание. Знаки «+» и «-» соответствуют рекомендуемым и не рекомендуемым областям применения. | | | |

5. ВЫБОР ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Выбор типа породоразрушающего инструмента (ПРИ) базируется на информации о физико-механических свойствах пород, анализе условий литологического строения конкретного разреза и разделении его на интервалы одинаковой буримости, а также выполняемых задач (бурение, проработка, разбуривание цементного стакана, вырезание окна в обсадной колонне, отбор керна и т.п.). Анализ технико-экономических показателей отработки применяемых на предприятии различных типов породоразрушающего инструмента позволяет обосновать их соответствие механическим свойствам пород по интервалам бурения и сделать соответствующий

выбор. При отсутствии необходимых промысловых данных для ориентировочного выбора можно воспользоваться рекомендуемыми областями применения отечественных долот различной конструкции в соответствии с категориями твердости и абразивности горных пород, приведенными в табл. 8.

При неоднозначном выборе типа ПРИ решение конкретизируется на этапе выбора режимно-технологических параметров проходки в соответствии с принятым критерием оптимизации или путем альтернативных расчетов. Задачу выбора типа ПРИ для разбуривания конкретной горной породы или пачки пород ВНИИБТ предлагает решать с учетом твердости и абразивности пород с помощью специальной классификационной таблицы (рис. 3). В ней на основании опыта обобщения опыта отработки долот в различных районах эталонными точками помечены сочетания категорий твердости (Кт) и абразивности (Ка) пород, для разрушения которых наиболее подходят существующие типы шарошечных долот.

Таблица 8

**Рекомендации по выбору типа породоразрушающего инструмента
в зависимости от категории горных пород**

| Тип долота | Породоразрушающий инструмент ¹ | | | |
|------------|---|---------------------|-------------------------------|---------------|
| | Шарошечный | 2-х и 3-х лопастной | Многолопастной твердосплавной | Алмазный |
| М | II-III/II-III | I-II/I-II | I-II/I-II | II-III/I-II |
| МЗ | III-IV/IV-V | - | - | - |
| МС | III-IV/III-IV | II-III/I-II | III-IV/I-II | III-IV/II-III |
| МСЗ | IV-V/V-VI | - | - | - |
| С | III-IV/IV-V | - | IV-V/II-III | IV-V/II-III |
| СЗ | IV/IV-V | - | - | - |
| СТ | V-VI/IV-V | - | V-VI/II-III | V-VI/III-IV |
| Т | V-VI/IV-V | - | VI-VII/III-IV | VI-VII/III-IV |
| ТЗ | VI-VII/V-VI | - | - | - |
| ТК | V-VI/V-VI | - | - | - |
| ТКЗ | VI-VII/VI-VII | | | |
| К | VI-VII/VII-VIII | | | |
| ОК | VII-VIII/VIII-IX | | | |

В числителе - категория твердости пород, в знаменателе - абразивности.

С учетом физико-механических свойств горных пород подбирается породоразрушающий инструмент для каждого интервала бурения (табл. 9) в соответствии с ГОСТ 20692-2003 «Долота шарошечные. Технические условия», ГОСТ 24328-80 «Шнеки буровые и долота лопастные к ним. Типы и основные размеры», ГОСТ 26474-85 «Долота и головки бурильные алмазные и оснащенные сверхтвердыми композиционными материалами. Типы и основные размеры» или каталогами компаний-производителей.

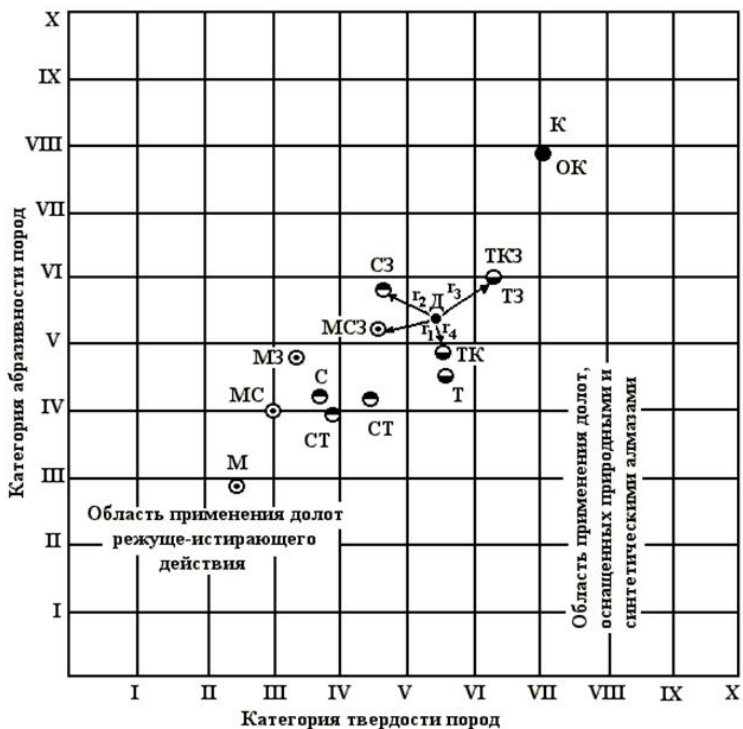


Рис. 3. Классификационная таблица парных соответствий категорий твердости и абразивности пород типам шарошечных долот

Таблица 9

Породоразрушающий инструмент (пример выбора)

| Интервал, м | Выполняемая задача | Горные породы | Диаметр, мм | Условное обозначение |
|-------------|-------------------------|---|-------------|---|
| 0-80 | Бурение | мягкие породы с прослойками пород средней твердости | 444,5 | 444,5 С-ЦВ |
| 80-300 | Бурение | средней твердости | 295,3 | NU-21-R058 (ОАО «Волгабурмаш», код по IADC 214) |
| 300-1500 | Бурение с отбором керна | средней твердости | 215,9 | К 215,9/80 С |

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖИМНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ

После принятия решения о способе бурения, типах используемых долот, забойных двигателях и буровых растворах необходимо подобрать осевую нагрузку на долото, частоту его вращения и расход буровых растворов т.е. режим бурения для каждого однородного по условиям буримости интервала скважины.

В качестве критериев оптимизации для выбора режимных параметров бурения могут быть использованы проходка на долото, рейсовая скорость бурения или стоимость 1 м проходки, первые два из которых необходимо максимизировать, а третий - минимизировать. При отсутствии надежных исходных промысловых данных по отработке долот для конкретных геолого-технических условий бурения скважины целесообразно использовать нормативное задание режимно-технологических параметров и показателей бурения, а процесс оптимизации осуществлять в оперативном режиме на буровой.

Осевая нагрузка на долото:

$$P_d = P_{уд} \cdot D_d,$$

где $P_{уд}$ - удельная нагрузка (табл. 10) на единицу диаметра рассматриваемого долота; D_d - диаметр долота для бурения под направление, мм.

Таблица 10

Рекомендуемые значения удельной нагрузки на долото для разрушения горных пород

| Горные породы | $P_{уд}$, кН/мм |
|--|------------------|
| Весьма мягкие | < 0,2 |
| Мягкие и среднемягкие, а также мягкие породы с прослойками пород средней твердости и твердых | 0,2-0,5 |
| Породы средней твердости с прослойками твердых | 0,5-1,0 |
| Твердые породы | 1,0-1,5 |
| Крепкие и очень крепкие породы | >1,5 |

Каждому классу пород соответствуют свои оптимальные скорости вращения долота, превышение которых вызывает снижение механической скорости бурения. Также превышение частоты вращения долота снижает долговечность их работы вследствие более интенсивного износа опор и сокращает проходку долота за рейс.

Частоту вращения ротора подбираем из рекомендованных значений для данных параметров по табл. 11.

При бурении винтовым забойным двигателем (ВЗД) частота вращения долота зависит от значений расхода промывочной жидкости и прочих параметров и принимается в зависимости от технических характеристик соответствующего забойного двигателя.

Таблица 11

Рекомендуемые значения частоты вращения породоразрушающего инструмента

| Глубина скважины H , м | Частота вращения долота, n , мин ⁻¹ для пород: | |
|--------------------------|---|--------------|
| | устойчивых | неустойчивых |
| <500 | 120-180 | 90-120 |
| 500-1500 | 90-120 | 60-90 |
| 1500-2500 | 60-120 | 40-60 |
| 2500-4000 | 40-90 | 40-60 |
| >4000 | 40-90 | 40 |

Расход промывочной жидкости Q выбирается исходя из условий обеспечения эффективной очистки забоя от разбуренной по-

роды и удаления ее частиц из ствола скважины. Кроме того, выбранный режим промывки должен обеспечить эффективную работу забойного гидравлического двигателя и возможность реализации части гидравлической мощности циркуляционного потока для гидромониторного разрушения пород забоя. При этом значение Q не должно превышать величины Q_{\max} , при котором возможен гидроразрыв пластов.

Минимально необходимый расход Q_{O3} из условия нормальной очистки забоя определяется по формуле:

$$Q_{O3} = q \cdot F_3,$$

где F_3 - площадь забоя, q - удельный расход жидкости, необходимый для удовлетворительной очистки забоя(для бурения турбобуром принимаем $q = 0,60 - 0,70$ м³/с, при бурении ротором $q = 0,50 - 0,60$ м³/с).

$$F_3 = \frac{\pi \cdot (D_d)^2}{4},$$

Расход, обеспечивающий вынос шлама $Q_{\text{вш}}$ должен обеспечивать такую скорость восходящего потока, которая превышает скорость падения твердых частиц, что базируется на данных практики бурения. При бурении на глинистом и минерализованном растворе скорость восходящего потока может быть в пределах $V_{\text{восх}} = 0,4 - 0,7$ м/с.

$$Q_{\text{вш}} \geq \frac{\pi}{4} (D_d^2 - D_{\text{БТ}}^2) \cdot V_{\text{восх}},$$

Необходимо отметить, что при расчете расхода, обеспечивающего вынос шлама, следует учитывать конструкцию бурильной колонны, поэтому этот этап целесообразно выполнять после расчета диаметров БТ и УБТ.

Полученные данные рекомендуется представить в виде табл. 12. Также рекомендуется указать насос, который обеспечивает расчетный расход.

Таблица 12

Режимно-технологические параметры бурения и характеристики используемого бурового насоса

| Интервал, м | Нагрузка на долото, P_d , кН | Частота вращения долота, n , мин ⁻¹ | Расход промывочной жидкости, $Q_{вн}$, л/с | Характеристика бурового насоса | | |
|----------------|-----------------------------------|---|--|--------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | | | | Диаметр втулок, мм | Число двойных ходов | Предельное давление на входе, МПа |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

7. ВЫБОР КОМПОНОВКИ И РАСЧЕТ КОЛОННЫ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ

При выборе компоновки колонны бурильных труб в качестве исходной информации используются: геометрические параметры профиля ствола скважины, диаметр обсадной колонны на предыдущем интервале бурения, способ бурения, условия бурения по осложненности, диаметр и вес УБТ, плотность бурового раствора, потери давления в забойном двигателе и долоте, вес забойного двигателя. Используются одноразмерные и многоразмерные, т.е. состоящие из труб разного диаметра, бурильные колонны. В последних диаметры труб увеличиваются от забоя к устью. Колонна или ее участки одинакового диаметра, как правило, состоят из секций, в которых трубы отличаются типом, толщиной стенки или группой прочности материала. В результате расчета должны быть получены диаметры, толщина стенок, группы прочности и длины секций всех ступеней колонны. Как правило, при расчете количества секций УБТ принимают, что при бурении под эксплуатационную колонну используется одноразмерная УБТ, при бурении под предыдущие интервалы – компоновка низа бурильной колонны составляется из 2-3 секций УБТ с использованием тех же бурильных труб, что и для бурения эксплуатационной колонны. Поэтому выбор компоновок целесообразно проводить с последнего интервала бурения.

Выбор компоновки начинается с определения ее нижнего участка, который собирают из утяжеленных бурильных труб (УБТ), предназначенных для создания осевых нагрузок на долото и предупреждения самопроизвольного искривления скважины. Отношение диаметра УБТ к диаметру долота должно составлять $0,75 \div 0,85$ для $D_D < 295,3$ мм и $0,65 \div 0,75$ для $D_D > 295,3$ мм. При этом диаметр УБТ или его нижней секции не должен быть больше диаметра забойного двигателя. Длина комплекта одноступенчатого УБТ определяется из условия:

$$L_{\text{УБТ}} = \frac{(1,25P_D - G)}{q_{\text{УБТ}} \cdot \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_T}\right)}$$

где P_D - осевая нагрузка, Н; G - вес забойного двигателя, Н; $q_{\text{УБТ}}$ - вес 1 м УБТ, Н/м; ρ_p и ρ_T - плотность соответственно бурового раствора и материала труб, кг/м³.

При расчете многосекционной УБТ необходимо пользоваться следующей формулой:

$$L_{\text{УБТ}} = \frac{1,15 \cdot (P_D - G_T)}{\left[\lambda \cdot q_1 + \frac{1}{n_c - 1}\right] \cdot \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right)}$$

где n_c - количество секций; λ - отношение длины нижней части секции, создающей нагрузку (при нормальных условиях бурения составляет $0,7 - 0,8$), q_1 - вес 1 м нижней секции УБТ, Н/м, $q_{2,3}$ - вес 1 м второй и третьей секций УБТ, Н/м.

При выборе диаметра труб бурильной колонны необходимо обеспечить отношение диаметров бурильной колонны и УБТ (а также диаметров секций УБТ) $0,70-0,80$. Общая длина бурильной колонны и длины ее секций определяются на основании действующих инструкций и методических материалов.

В таблице 13 представлен пример результатов расчета и выбора рациональных диаметров УБТ, БТ и их длин для бурения заданного интервала, в таблице 14 - характеристики труб для дальнейших расчетов.

Таблица 13

Пример расчета компоновки буровой колонны

| Интервал, м | Диаметр долота, мм | Диаметр УБТ, мм | Диаметр БТ, мм | Типоразмер БТ | Длина УБТ, м | Длина БТ, м |
|-------------|--------------------|-----------------|----------------|------------------|--------------|-------------|
| 0-50 | 555,8 | 279,4 | – | – | 54,93 | – |
| 50-300 | 444,5 | 279,4 | 127 | ТБПВ 127x12,7 | 137,325 | 132 |
| | | 209,6 | | | 18,31 | |
| | | 165,1 | | | 18,31 | |
| 300-1200 | 295,3 | 228,6 | 127 | ТБПВ 127x12,7 | 219,72 | 936 |
| | | 165,1 | | | 54,93 | |
| 1200-3000 | 215,9 | 165,1 | 127 | ТБПВ 127x12,7 | 228,875 | 2772 |

Таблица 14

Пример характеристик УБТ и БТ для проверочного расчета колонны на прочность

| Труба | Диаметр, мм | | Толщина стенки, мм | Длина, м | Масса 1 м, кг | Группа прочности БТ |
|-------|-------------|------------|--------------------|----------|---------------|---------------------|
| | Наружный | Внутренний | | | | |
| БТ | 127 | 101,6 | 12,7 | 12 | 41,8 | Д, Е, Л |
| УБТ | 165,1 | 57,2 | 53,95 | 9,155 | 147,3 | Д, К |
| УБТ | 209,6 | 71,4 | 69,1 | 9,155 | 238 | Д, К |
| УБТ | 228,6 | 71,4 | 78,6 | 9,155 | 290,1 | Д, К |
| УБТ | 279,4 | 76,2 | 101,6 | 9,155 | 444,8 | Д, К |

Проверочный расчет буровой колонны осуществляется с целью определения напряжений в отдельных ее элементах от возникающих в процессе бурения усилий, а также для обеспечения необходимого запаса прочности. Расчеты проводятся по методикам, изложенным в методических материалах.

Колонну буровых труб рассчитывают из условия приложения растягивающих нагрузок и вращающего момента (процесс бурения) и растягивающих нагрузок с учетом сил сопротивления, возникающих при подъеме (подъем долота). В любом сечении буровой колонны должно соблюдаться условие по 3-ей теории прочности:

$$\sqrt{(\sigma_p^2 + A\tau^2)} \leq [\sigma_m]/n$$

где, σ_p , τ – напряжения в теле трубы рассматриваемого сечения, возникающие под действием соответственно растягивающих нагрузок и вращающего момента, МПа; A – коэффициент анизотропии материала труб (для стали $A = 4$, для алюминиевых сплавов $A = 4,77$); $[\sigma_m]$ – предел текучести материала труб в рассматриваемом сечении, МПа (табл. 15); n – коэффициент запаса прочности (при бурении вертикальных скважин роторным способом $n=1,4$, забойными двигателями $n=1,3$; при бурении наклонных скважин, если градиент набора или спада кривизны более 4° на 100 м, $n=1,45$ и $n=1,35$ соответственно; при бурении в осложненных условиях коэффициенты запаса прочности необходимо увеличить на 0,05).

Расчет бурильной колонны при подъеме из скважины

а. Расчет наибольшего усилия растяжения Q_p (в ньютонах), возникающее в момент начала подъема бурильной колонны из скважины,

$$Q_p = (q_{BT}L_{BT} + q_{УБТ}L_{УБТ} + Q_1 + Q_2) \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right) + p \frac{\pi d_g^2}{4},$$

где L_{BT} , $L_{УБТ}$ – длина бурильных и утяжеленных труб соответственно, м; q_{BT} , $q_{УБТ}$ – вес 1 м бурильных и утяжеленных труб соответственно, Н/м; Q_1 – вес долота и КНБК, Н; Q_2 – усилие затяжки инструмента при подъеме (обычно составляет $0,5 \cdot 10^5$ Н); p – давление, развиваемое насосом в момент восстановления циркуляции при прихвате бурильной колонны (принимается максимальное по характеристике насоса), Па; d_g – диаметр проходного отверстия трубы, м.

б. Условие прочности при растяжении:

$$\sigma_p = \frac{Q_p}{\frac{\pi}{4}(d_n^2 - d_g^2)} \leq [\sigma_p]$$

где Q_p – наибольшее растягивающее усилие при подъеме колонны, Н; d_n – наружный диаметр БТ, м; d_g – внутренний диаметр БТ, м; $[\sigma_p]$ – предел прочности материала труб (табл. 15), МПа.

Таблица 15

Механические свойства материалов

| Показатели | Группа прочности материала труб | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|----------|-------------------|------|
| | Д | | | К | Е | Л | М | Р | Т | 40 ХН | 40 ХМФА | Д16Т |
| | исполнение | | | | | | | | | | | |
| | А | Б | Б | | | | | | | | | |
| Временное сопротивление разрыву, $[\sigma_p]$, МПа | 655 | 637 | 687 | 689 | 758 | 862 | 1000 | 1103 | 882 | 981 | $\frac{392}{421}$ | |
| Предел текучести, $[\sigma_m]$: не менее, МПа | 379 | 373 | 490 | 552 | 655 | 758 | 930 | 1034 | 735 | 832 | $\frac{255}{274}$ | |
| не более, МПа | 552 | – | – | 758 | 862 | 965 | 1137 | 1241 | – | – | – | |
| Относительное удлинение при длине образца, равной 5 диаметрам его, $[\delta]$ % | 14,3 | 16 | 12 | 13 | 12,3 | 10,8 | 9,5 | 8,5 | 10 | 13 | $\frac{12}{10}$ | |
| Примечания. 1. Трубы групп прочности Р и Т изготавливаются по соглашению изготовителя с потребителем. 2. В числителе для труб диаметром менее 120 мм, в знаменателе – более 120 мм. | | | | | | | | | | | | |

Расчет бурильной колонны при роторном бурении

а. Расчет касательных напряжений при кручении

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_p}$$

где $M_{кр}$ - крутящий момент (расчет см. ниже), Н·м; W_p – полярный момент сопротивления площади поперечного сечения трубы при кручении (расчет см. ниже), м³.

б. Полярный момент:

$$W_p = \frac{\pi}{16} \frac{d_n^4 - d_e^4}{d_n}$$

с. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{k_d N}{\omega}$$

где k_d – коэффициент динамичности, $k_d=1,5$; ω – угловая скорость вращения, с⁻¹:

$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

где n – частота вращения, мин⁻¹.

d. Подводимая мощность:

$$N = N_{xв} + N_{\delta}$$

где N_{δ} – мощность на вращение долота, Вт (см. ниже); $N_{xв}$ – мощность холостого вращения, Вт;

для вертикальных скважин, кВт:

$$N_{xв} = 13,5 \cdot 10^{-7} \rho_{б.р.} \cdot d_n^2 \cdot L \cdot n^{1,5} \cdot D_{\delta}^{0,5}$$

где $\rho_{б.р.}$ – плотность бурового раствора, кг/м³; d_n – наружный диаметр БТ, м; L – суммарная длина бурильных труб, м; n – частота вращения, мин⁻¹; D_{δ} – диаметр долота, м.

На основании стендовых испытаний трехшарошечных долот с $D_{\delta} = 120-450$ мм:

$$N_{\delta} = k_{г.п.} \cdot 10^{-7,7} \cdot n \cdot D_{\delta}^{0,4} \cdot P_{\delta}^{1,3}$$

где $k_{г.п.}$ – коэффициент крепости горной породы (для мягких – 2,6; для средних – 2,3; для крепких – 1,85; для изношенных долот значения $k_{г.п.}$ увеличивается в 1,5 раза); n – частота вращения, мин⁻¹; D_{δ} – диаметр долота, м; P_{δ} – осевая нагрузка на долото, Н;

e. Расчет растяжения в процессе бурения Q'_p Н:

$$Q'_p = (q_{БТ} L_{БТ} + 0,1 \cdot q_{vБТ} L_{vБТ}) \left(1 - \frac{\rho_p}{\rho_m}\right) + p \frac{\pi d_g^2}{4}$$

Проверка по III теории прочности:

$$\sqrt{(\sigma'_p)^2 + A\tau^2} \leq [\sigma_m]/n$$

где σ'_p – усилие растяжения в процессе бурения, МПа, по формуле:

$$\sigma'_p = \frac{Q'_p}{\frac{\pi}{4}(d_n^2 - d_g^2)}$$

Полученные значения сравниваются с табличными данными по выбранной группе прочности материала труб.

8. КРЕПЛЕНИЕ СКВАЖИНЫ

Процесс крепления скважины состоит из нескольких технологических операций, обеспечивающих закрепление стенок скважи-

ны и длительную изоляцию пластов друг от друга, а также от дневной поверхности.

С учетом назначения и выбранной конструкции скважины необходимо сделать анализ условий работы обсадных колонн в скважине и выполнить прочностные расчеты с целью обоснования способа их спуска и цементирования.

Прежде всего, оценивается возможность реализации способа, предусматривающего спуск колонн в один прием и сплошное цементирование при условии сохранения целостности пластов и устьевого оборудования под действием давления в гидравлической системе, а также предупреждения газоводонефтепроявлений при ОЗЦ.

Обосновывается выбор тампонажного раствора и буферной жидкости. С учетом давлений поглощения в интервале цементирования выбирается плотность тампонажного раствора и определяется требуемое количество материалов для цементирования.

Обосновывается выбор цементировочного оборудования, режимов его работы и рассчитывается продолжительность процесса цементирования.

Выбирается способ испытания обсадных колонн на герметичность, и рассчитываются возможные значения давления опрессовки и снижения уровня раствора в колонне. Выполняется расчет секций обсадных колонн по избыточным давлениям.

Поскольку гидродинамическое давление зависит от плотности тампонажного раствора и его реологических характеристик, решать данную задачу целесообразно методом последовательных приближений. Для этого задается верхняя и нижняя границы возможных вариаций плотности тампонажного раствора:

$$\rho_{\text{цр}}^{\text{H}} = \rho_{\text{пж}} + 200;$$
$$\rho_{\text{цр}}^{\text{B}} = \frac{P_{\text{гр}} - \rho_{\text{пж}}gh}{g(L_{\text{сл}} - h)},$$

где $\rho_{\text{п.ж.}}$ - плотность промывочной жидкости, кг/м³; $L_{\text{сл}}$ - глубина залегания подошвы наиболее слабого пласта, м; h - уровень тампонажного раствора от устья, м.

При этом следует учитывать, что чем меньше плотность тампонажного раствора, тем, как правило, хуже качество образуя-

щегося цементного камня. Также следует учесть, что если не оговорены специальные условия, интервал продуктивного пласта и зона на 300 – 500 м выше должна цементироваться цементным раствором нормальной плотности (1800 – 1900 кг/м³), поэтому при цементировании эксплуатационной колонны (и промежуточных в случае перекрытия продуктивных пластов) возможно применение составного столба цементного раствора или цементирование не до устья, в т.ч. с включением герметизирующих устройств в состав обсадной колонны. Общим правилом для выбора интервалов цементирования и плотности тампонажного раствора будет являться условие:

$$\rho_{п.ж.} \cdot g \cdot h_{п.ж.} + \rho_{цр1} \cdot g \cdot h_{цр1} + \rho_{цр2} \cdot g \cdot h_{цр2} + \dots + \rho_{црn} \cdot g \cdot h_{црn} < P_{зр},$$

где $\rho_{п.ж.}$, $\rho_{цр1}$, $\rho_{цр2}$, $\rho_{црn}$ – плотности бурового раствора, 1, 2, n-ной пачки цементного раствора, кг/м³; $h_{п.ж.}$, $h_{цр1}$, $h_{цр2}$, $h_{црn}$ – высота столба бурового раствора, 1, 2, n-ной пачки цементного раствора, м; $P_{зр}$ – давление гидроразрыва наиболее слабого пласта, МПа.

Полученные данные необходимо представить в виде таблицы (табл. 16).

Таблица 16

Результаты расчета плотности тампонажного раствора

| Интервал, м | $\rho_{п.ж.}$, кг/м ³ | $\rho_{цр.г}^H$, кг/м ³ | $\rho_{цр.г}^B$, кг/м ³ | $\rho_{цр.г}$, кг/м ³ |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |

9. ВЫБОР БУРОВОЙ УСТАНОВКИ

Исходными данными при выборе буровой установки являются проектная глубина и конструкция скважины.

Параметр максимальная грузоподъемность характеризует предельно допустимое значение нагрузки на крюке, которое не может быть превышено при выполнении любых технологических операций в процессе всего цикла строительства скважины (вертикальные нагрузки от веса бурильной колонны, находящейся в скважине, обсадных труб, спускаемых в скважину, а также нагрузки, возникающей при ликвидации аварий и осложнений в скважине).

Максимальные допустимые нагрузки на крюке с учётом коэффициента грузоподъёмности - 0,9 для ОК и 0,6 для БК:

От веса бурильной колонны:

$$G_{max}^{БК \frac{G_{БК}}{0,6} \text{ кН}}$$

От веса обсадной колонны:

$$G_{max}^{ОК \frac{G_{ОК}}{0,9} \text{ кН}}$$

где $G_{БК}$ - максимальный вес бурильной колонны (можно принять из расчета бурильной колонны на растяжение при подъеме); $G_{ОК}$ - максимальный вес обсадной колонны.

По полученным данным (максимальному весу колонны и проектной глубине скважины – табл. 17) выбирается оптимальная буровая установка.

Таблица 17

Расчет допустимой нагрузки на буровую установку

| Интервал, м | Масса колонны, т | | Максимальная допустимая нагрузка G_{max} , кН | |
|----------------|------------------|-----------|--|------------|
| | обсадной | бурильной | от веса ОК | от веса БК |
| | | | | |
| | | | | |

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Басарыгин Ю.М.* Технология бурения нефтяных и газовых скважин / Ю.М. Басарыгин, А.И. Булатов, Ю.М. Проселков. М.: Недра, 2001. – 143 с.
2. *Ганджумян Р.А.* Инженерные расчеты при бурении глубоких скважин / Р.А. Ганджумян, А.Г. Калинин, Б.А. Никитин. М.: Недра, 2000. – 429 с.
3. *Йогансен К.В.* Спутник буровика. М.: Недра, 1990. – 303 с.
4. *Калинин А.Г.* Бурение нефтяных и газовых скважин. Учебник. М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 364 с.
5. *Калинин А.Г.* Справочник инженера-технолога по бурению глубоких скважин / А.Г. Калинин, Р.А. Ганджумян, А.Г. Мессер. М.: Недра, 2005. – 808 с.
6. *Литвиненко В.С.* Основы бурения нефтяных и газовых скважин. Учебное пособие / В.С. Литвиненко, А.Г. Калинин. М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2009. – 448 с.
7. *Николаев Н.И.* Расчеты заканчивания скважин. Учебное пособие / Н.И. Николаев, П.А. Блинов, А.Н. Дмитриев. СПб., Изд-во Горного университета, 2012. – 70 с.
8. «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» / Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Приказ от 12 марта 2013 г. №101.
9. *Рябокоть С.А.* Технологические жидкости для заканчивания и ремонта скважин. Краснодар, 2009.
10. Справочник по креплению нефтяных и газовых скважин. Ч. I. / Юртаев С.Л., Турицына М.В., Леушева Е.Л. и др. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2014. – 243 с.
11. Справочник по креплению нефтяных и газовых скважин. Ч. II. / Юртаев С.Л., Турицына М.В., Леушева Е.Л. и др. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2014. – 260 с.
12. Справочник по креплению нефтяных и газовых скважин. Ч. III. / Юртаев С.Л., Турицына М.В., Леушева Е.Л. и др. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2014. – 232 с.

13.Справочник по креплению нефтяных и газовых скважин. Ч.IV. / Юртаев С.Л., Турицына М.В., Леушева Е.Л. и др. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2014. – 205 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Структура производственно-технической части выпускной квалификационной работы и требования к содержанию ее основных разделов | 3 |
| 1. Геологические условия строительства скважин..... | 3 |
| 2. Выбор конструкции скважины..... | 4 |
| 3. Выбор бурового раствора | 14 |
| 4. Обоснование выбора способа бурения скважины..... | 17 |
| 5. Выбор породоразрушающего инструмента | 18 |
| 6.Проектирование режимно-технологических параметров бурения | 21 |
| 7. Выбор компоновки и расчет колонны бурильных труб | 24 |
| 8. Крепление скважины..... | 29 |
| 9. Выбор буровой установки | 32 |
| Рекомендуемый библиографический список..... | 33 |

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

БУРОВЫЕ РАБОТЫ

*Методические указания к дипломному проектированию
для студентов специальности 21.05.02*

Сост.: *Ю.В. Нефедов, М.В. Нуцкова, Э.Н. Ханова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
геологии нефти и газа

Ответственный за выпуск *О.М. Прищепа*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 22.04.2019. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 2,0. Усл.кр.-отт. 2,0. Уч.-изд.л. 1,7. Тираж 75 экз. Заказ 383. С 141.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2