

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

ОСНОВЫ НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению практических занятий и самостоятельной работы
для обучающихся направления подготовки
21.03.01 Нефтегазовое дело,
профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация
газонефтепроводов и газонефтехранилищ»,
всех форм обучения*

Воронеж 2023

УДК 621.6(07)
ББК 33.36я7

Составитель Н. В. Колосова

Основы нефтегазового дела: методические указания к выполнению практических занятий и самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Н. В. Колосова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2023. – 43 с.

Приводятся варианты практических расчетов по дисциплине: «Основы нефтегазового дела».

Предназначены для обучающихся направления подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело, профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», всех форм обучения.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_ОНД_ПЗ_СР.pdf.

Ил. 3. Табл. 5. Библиогр.: 4 назв.

УДК 621.6(07)
ББК 33.36я7

Рецензент – С. А. Яременко, канд. техн. наук, декан факультета инженерных систем и сооружений ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ВВЕДЕНИЕ

В мире накоплен огромный опыт разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. При изучении основ нефтегазового дела необходимо ознакомиться с основными задачами и методиками их решения, которые выполняются на всех этапах нефтегазового производства. Сюда входят поиск, разведка и разработка нефтяных и газовых объектов, сбор, хранение и транспортировка углеводородов, закачка пресной и пластовой воды в нефтяные пласты, обслуживание, текущий и капитальный ремонт скважин. При изучении дисциплины «Основы нефтегазового дела» рассматриваются основные положения общей геологии, геологии нефти и газа, строительства скважин, проектирования, разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

В понятие «конструкция скважины» входят диаметр ствола скважины, который определяется диаметром долота, глубиной бурения, диаметры, толщина стенок и глубина спуска секций обсадных колонн, высота поднятия цементного раствора, глубины расположения зон перфорации. При эксплуатационных работах для правильного оснащения скважины оборудованием и выбора наиболее рационального технологического режима необходимы сведения об этих параметрах, фрагменты методик расчета которых предложены в данных методических указаниях.

Бурение нефтяных и газовых скважин является сложным, а в ряде случаев и опасным процессом, который может быть успешным при обязательном соблюдении ряда правил и положений.

Скважину бурят при помощи буровой установки, представляющей собой сложный комплекс машин, механизмов, аппаратуры, металлоконструкций, средств контроля и управления, расположенных на поверхности. В комплект буровой установки входят: вышка для подвешивания талевого системы и размещения бурильных труб, оборудование для спуска и подъема инструмента, оборудование для подачи и вращения инструмента, насосы для прокачивания промывочной жидкости, силовой привод, механизмы для приготовления и очистки промывочной жидкости, механизмы для автоматизации и механизации спускоподъемных операций, контрольно-измерительные приборы и вспомогательные устройства.

В методических рекомендациях помещен достаточный справочный материал, графики, информационные рисунки, таблицы и теоретический материал, который необходим для решения ряда практических задач по дисциплине: «Основы нефтегазового дела».

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Изучая данные методические указания, читатель столкнется с рядом понятий, встречающихся только при производстве бурения скважин. Ниже представлены основные из этих терминов.

Бурение – процесс образования горной выработки, преимущественно круглого сечения, путем разрушения горных пород буровым инструментом с удалением продуктов разрушения.

Скважина – цилиндрическая горная выработка, преимущественно круглого сечения, глубиной свыше 5 м и диаметром от 75-300 мм, сооружаемая без доступа в нее человека с помощью буровой установки.

Буровой инструмент – общее название механизмов и приспособлений, применяемых при бурении скважин и ликвидации аварий, возникающих в скважинах.

Ударный способ бурения – способ сооружения скважин путем разрушения горных пород за счет ударов породоразрушающего инструмента по забою (дну) скважины.

Вращательный способ бурения – способ сооружения скважин путем разрушения горных пород за счет вращения прижатого к забою породоразрушающего инструмента (долото, коронка).

Буровой раствор (промывочная жидкость) – технологическое наименование сложной многокомпонентной дисперсной системы суспензионных и аэрированных жидкостей, применяемых при промывке скважин в процессе бурения.

Обсадные трубы – трубы, предназначенные для крепления скважин, а также изоляции продуктивных горизонтов при эксплуатации нефтяного (газового) пласта.

Обсадная колонна – колонна, состоящая из последовательно свинченных (сваренных) обсадных труб.

Затрубное пространство – пространство между стенками скважины (обсадной колонны) и наружными стенками колонны бурильных труб, образующееся в процессе бурения.

Разведочное бурение – бурение скважин с целью разведки нефтяных (газовых) месторождений. Входит в комплекс работ, позволяющий оценить промышленное значение нефтяного (газового) месторождения, выявленного на поисковом этапе, и подготовить его к разработке.

Эксплуатационное бурение – бурение скважин с целью разработки нефтяного (газового) месторождения.

Турбобур – забойный гидравлический двигатель, предназначенный для бурения скважин в различных геологических условиях.

Электробур – буровая машина, приводимая в действие электрической энергией и сообщаящая вращательное движение породоразрушающему инструменту.

Цементирование (тампонирование) скважины – закачка цементного раствора в кольцевое пространство между стенками скважины и обсадной колонны.

Бурильная колонна – ступенчатый полый вал, соединяющий буровое долото с наземным оборудованием (буровой установкой) при бурении скважины.

Буровая установка – комплекс машин и механизмов, предназначенных для бурения и крепления скважин.

Буровая вышка – сооружение, устанавливаемое над буровой скважиной для спуска и подъема бурового инструмента, забойных двигателей, обсадных труб.

Буровая лебедка – механизм, предназначенный для спуска и подъема колонны бурильных труб, подачи бурового долота на забой скважины, спуска обсадных труб, передачи мощности на ротор.

Талевая система буровых установок – ряд механизмов (кронблок, талевый блок, крюк или крюкоблок), преобразующих вращательное движение барабана лебедки в поступательное (вертикальное) перемещение крюка.

Ротор – механизм, предназначенный для передачи вращения колонне бурильных труб в процессе бурения, поддержания ее на весу при спускоподъемных операциях и вспомогательных работах.

Вертлюг – механизм, обеспечивающий вращение бурильной колонны, подвешенной на крюке, и подачу через нее промывочной жидкости.

Буровой насос – гидравлическая машина для нагнетания промывочной жидкости в буровую скважину.

Вибрационное сито (вибросито) – механизм для очистки бурового раствора (промывочной жидкости) от выбуренной породы и других механических примесей.

Ведущая бурильная труба – труба обычно квадратного сечения, которая устанавливается наверху бурильной колонны и передает ей вращение от ротора.

Шарошечное буровое долото – механизм, состоящий из сферических или цилиндрических шарошек, смонтированных на подшипниках качения или скольжения на секциях бурового долота.

Лопастное буровое долото – корпус с присоединительной резьбой, к которому привариваются три и более лопастей.

Бурильные трубы – основная часть бурильной колонны. Бурильные трубы изготавливаются бесшовными, из углеродистых или легированных сталей.

Бурильные замки (замки для бурильных труб) – соединительный элемент бурильных труб для свинчивания их в колонну. Бурильный замок состоит из ниппеля и муфты, закрепляемых на концах бурильной трубы.

Утяжеленные бурильные трубы (УБТ) – трубы, предназначенные для создания нагрузки на породоразрушающий инструмент и увеличения жесткости нижней части бурильной колонны.

1. ПОСТРОЕНИЕ МЕЛКОМАСШТАБНОГО КЛАССИФИКАЦИОННОГО РАЗРЕЗА (МКР) ГОРНЫХ ПОРОД

Геологический разрез строится для определения уровня залегания горных пород, их строения и типа. Для оценки местности, выбранной для изучения строения пород, бурится скважина, которая станет основой для выполнения схематического геологического разреза. Для нанесения информации в графическом виде, используют условные обозначения – точечные, линейные, геометрические. Для построения разреза потребуется линейка, лист миллиметровой бумаги формата А3 и калькулятор.

Все необходимые исходные данные для построения мелкомасштабного разреза представлены в прил. 1. Номер варианта определяется согласно двум последним цифрам зачетной книжки обучающегося.

Для классификации горных пород и их разделения на характерные пачки, а также выбора рациональных типов и конструкций долот для бурения нефтяных и газовых скважин необходимо выполнить топографический профиль с нанесением геологических данных. Для построения топографического профиля необходимо иметь топографический план с нанесенными на него разведочными выработками и разведочные данные. Вертикальный масштаб должен отличаться от горизонтального не более чем в 10 раз. Литологический состав горных пород показывают значками или условными обозначениями.

Сначала на бумаге строят шкалу абсолютных отметок. Ее ширина составляет не более 2 мм, а высота немного выше и ниже граничных вертикалей скважин. По ней определяется абсолютная отметка верха каждой скважины в выбранном масштабе. Для более удобного использования эту шкалу можно окрасить черно-белыми полосами, в расстоянии 1 см. Эта своеобразная линейка облегчит восприятие и нанесение информации. Далее выстраивается рельеф местности, т.е. наносится его вертикальный срез. Этот процесс называется отрисовка топографического профиля. Изначально наносятся точки, которые показывают отметку верха каждой скважины и далее они соединяются плавной линией. Расстояние между скважинами определяется по горизонтальной прямой в соответствии с указанным горизонтальным масштабом. Далее указываются каждый тип горной породы и мощность его пласта. (см. рис.1).

Далее по геологическим данным в соответствии с классификационной таблицей соответствия абразивных свойств горных пород их геолого-петрографическим характеристикам выделяем горные породы по характерным группам схожим по твердости и абразивности.

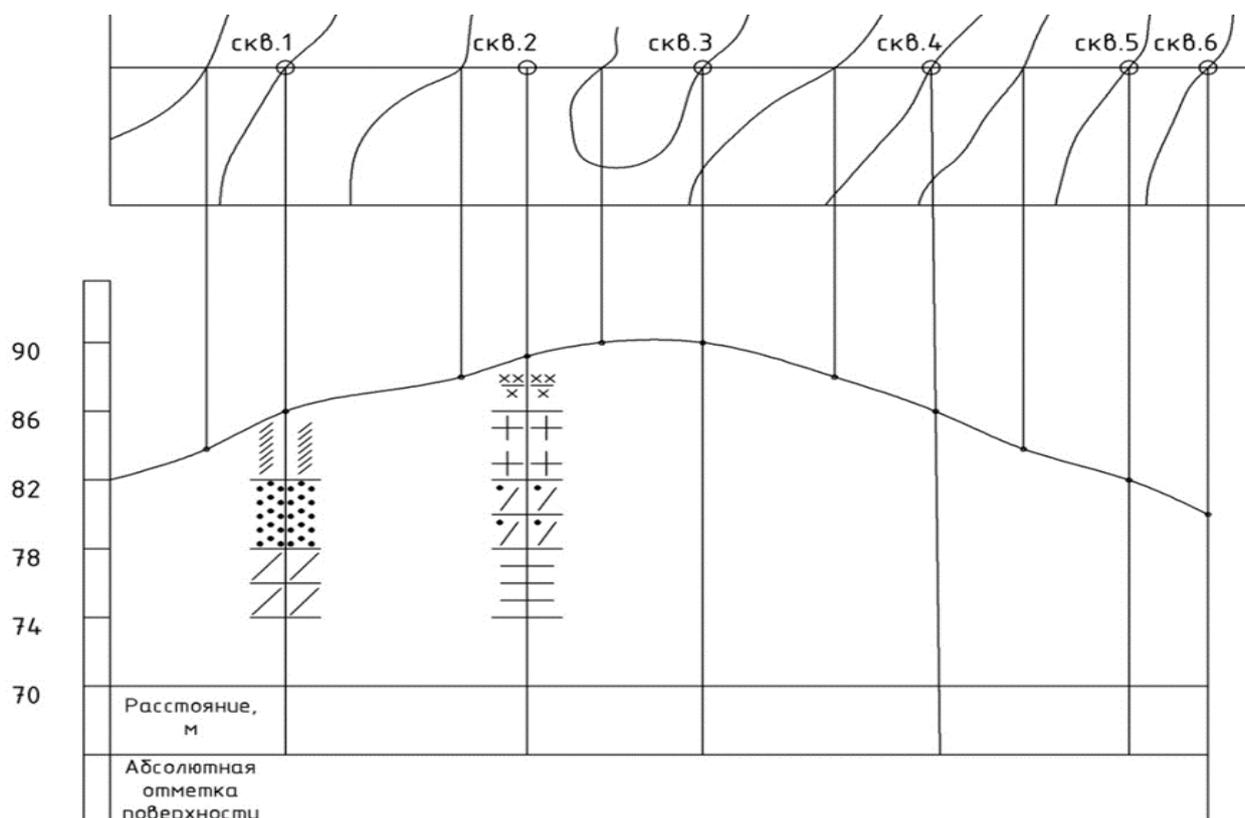


Рис. 1. Пример построения мелкомасштабного классификационного разреза

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ ВЫБОРА ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Горные породы классифицируются по твердости и абразивности.

Твердость горных пород - это способность пород оказывать сопротивление проникновению в них более прочного тела (индентора, например, зуба шарошки). Этот параметр является одним из главных при проектировании режимов бурения. В геологии применяется шкала твердости по Моосу, которая выстраивает наиболее часто встречающиеся минералы по мере возрастания их твердости.

Инденторы – это прочные тела той или иной формы, используемые для вдавливания их в поверхность испытываемых горных пород.

Твердость горных пород определяется вдавливанием цилиндрического штампа из твердого сплава. Этот метод называется метод статического вдавливания штампа. Для горных пород твердость по штампу определяют, как частное от деления наименьшей нагрузки, при которой произошло разрушение, на площадь вдавливаемого штампа.

На основании данных, полученных при вдавливании штампа в образцы различных горных пород, составлена классификационная шкала твердости пород $R_{ш}$, МПа по штампу. Все породы разделены на 12 категорий и представлены в табл. 1.

Классификация горных пород по твердости

Группа пород	Категория пород	Твердость по штампу Рш, МПа
Мягкие	1	До 100
Мягкие	2	100-250
Мягкие	3	250-500
Мягкие	4	500-1000
Средней твердости	5	1000-1500
Средней твердости	6	1500-2000
Средней твердости	7	2000-3000
Средней твердости	8	3000-4000
Твёрдые	9	4000-5000
Твёрдые	10	5000-6000
Твёрдые	11	6000-7000
Твёрдые	12	Более 7000

Абразивность горных пород - это способность пород изнашивать породоразрушающий инструмент в процессе взаимодействия.

Понятие абразивности связано с понятием внешнего трения и износа.

Износ или изнашивание - это отделение поверхности частиц твердого тела в результате действия сил трения.

Детали машин и бурильный инструмент должны работать при минимальных затратах энергии на трение.

Абразивное изнашивание характеризуется пластическим деформированием, царапанием и микрорезанием поверхности материала более твердой абразивной средой.

Для выбора рациональных долот и конструкций проводится классификация пород геологического размера и его разделение на характерные пачки, пачка выбирается по категориям абразивности и твердости.

Далее по геологическим данным в соответствии с классификационной таблицей соответствия абразивных свойств горных пород их геологопетрографическим характеристикам (табл. 2) выделяем горные породы по характерным группам схожим по твердости и абразивности.

Классификационная таблица соответствия абразивных свойств горных пород их геолого-петрографическим характеристикам

Порода	Категория твердости по обобщенной шкале	Категория абразивности по обобщенной шкале
<u>Песчаник:</u>		
Кварцевый мономинеральный (крупно-, средне-, мелко-, тонкозернистый) и аналогичный алевролит	4-10	9-11
Окварцованный сливной	7-10	10-11
Частично окварцованный с протяженными контактами срастания кварцевых зерен	5-7	9-10
С точечными контактами срастания кварцевых зерен	4	6
Кварцевый с известковистым цементом	5-7	7-8
Кварцевый с известковисто-глинистым цементом	4-5	7
Кварцевый с глинистым цементом	3-5	6-7
Кварцевый с сульфатным цементом	-	6
Зернистый и аналогичный алевролит с цементом 20-50%	4-6	7-8
полимиктовый	4-6	7
Гранатовый песок	7-8	4
<u>Глина:</u>		
мономинеральная	1-3	3-4
алевритистая	2-3	4-5
песчанистая	2-4	5
кремнистая	5	6
Суглинок полутвердый	2	1
<u>Аргаллит:</u>		
слабоалевритистый	4-5	3-4
Алевритистый и песчанистый	4-5	6
Аспидный сланец	-	4
Углистый сланец	2-3	4

Порода	Категория твердости по обобщенной шкале	Категория абразивности по обобщенной шкале
<u>Мергель:</u>		
глинистый	-	2
карбонатный	4-5	2
алевритовый	-	4
песчанистый	-	5
<u>Известняк:</u>		
Без примеси твердых абразивных минералов	5-6	2-3
глинистый	4-6	4
Песчанистый (5%)	5-6	5
Песчанистый (10%)	5-6	6
Песчанистый (до 20-30%)	4-6	8-9
алевритовый	5-6	5
Кремнистый (5%)	5-6	5
Кремнистый (10%)	6-7	6
Кремнистый (15%)	6-7	7
Кремнистый (20-30%)	8	8
Известковый шпат	3	2-3
<u>Доломит:</u>		
Без примеси твердых абразивных минералов	7-8	3-4
песчанистый	7-8	6-7
Кремень	11	11
Опока и трепел	1-2	6
Ангидрит без примеси твердых абразивных минералов	4-5	1
<u>Гипс:</u>		
Без примесей	2-3	1
опесчаненный	2-3	4
глинистый	2-3	1

Средневзвешенная категория твердости горных пород в пределах определенных пачек определяется по формуле:

$$\bar{T} = \frac{\sum T_i \cdot m_i}{M}, \quad (1)$$

где T_i - категория твердости пород i -ой разновидности; m_i - мощность i -го прослоя горной породы, м; M - мощность выделенной пачки, м.

Средневзвешенная категория абразивности определяется по формуле:

$$\bar{A} = \frac{\sum A_i \cdot m_i}{M}, \quad (2)$$

где A_i - категория абразивности пород i -ой разновидности.

Подбор породоразрушающего инструмента удобно представить в виде таблицы, пример которой показан в табл. 3.

Таблица 3

Но- мер ха- рак- тер- ной пач- ки	Наимено- вание по- род в ха- рактерной пачке	Кате- гория твер- дости пород	Катего- рия абра- зивности горных пород	Средне- взвешен- ная твер- дость, \bar{T}	Средне- взвешен- ная кате- гория аб- разивно- сти, \bar{A}	Мощ- ность про- слоя, m_i , м	Тип долота
I скважина							
II скважина							

Далее по полученным значениям средневзвешенной категории твердости и абразивности при помощи классификационной таблицы парных соответствий категорий твердости и абразивности пород выбираем вероятную область применения типов долот.

Вероятная область применения разных типов долот представлена на рис. 2.

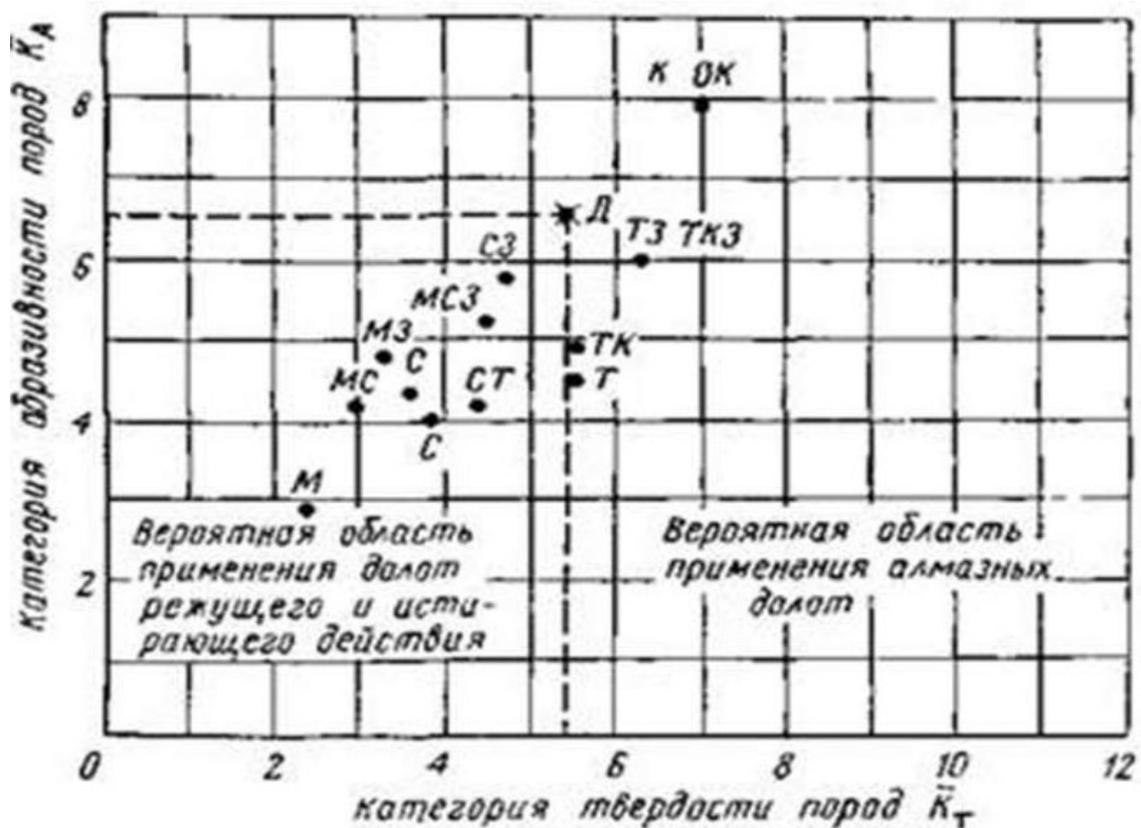


Рис. 2. График парных соответствий типов долот

Условные обозначения:

М - со стальными зубьями для бурения мягких пород;

МЗ - с твердосплавными зубками для бурения мягких абразивных пород;

МС - со стальными зубьями для бурения мягких пород с пропластками средней твердости;

МСЗ - с твердосплавными зубками для бурения мягких абразивных пород с пропластками средней твердости;

С - со стальными зубьями для бурения пород средней твердости;

СЗ - с твердосплавными зубками для бурения абразивных пород средней твердости;

СТ - со стальными зубьями для бурения пород средней твердости с пропластками твердых;

Т - со стальными зубьями для бурения твердых пород;

ТЗ - с твердосплавными зубками для бурения твердых абразивных пород;

ТК - со стальными зубьями и твердосплавными зубками для бурения твердых пород с пропластками крепких;

ТКЗ - с твердосплавными зубками для бурения твердых абразивных пород с пропластками крепких;

К - с твердосплавными зубками для бурения крепких пород;

ОК - с твердосплавными зубками для бурения очень крепких пород.

2.1. Типы породоразрушающих инструментов

По характеру разрушения горной породы породоразрушающий инструмент подразделен на классы:

- режущего и режуще-скалывающего действия (лопастные долота);
- дробяще-скалывающего (шарошечные долота);
- режуще-истирающего действия (алмазные, лопастные долота).

По назначению породоразрушающий инструмент делят на три группы:

- для бурения без отбора керна (долота);
- для бурения с отбором керна (бурильные головки);
- для специальных видов бурения (специальные долота).

Лопастные долота бывают:

- двухлопастные диаметром от 76 до 165,1 мм.
- трёхлопастные диаметром от 120,6 до 489,9 мм. Их изготавливают с обычной (центральной) промывной и гидромониторной.

Пример обозначения долот:

3Л (Г) - 215,9 М - трехлопастное долото с гидромониторной промывной, диаметром 215,9 мм для бурения мягких пород.

Лопастные долота режуще-истирающего действия бывают:

- трехлопастные ЗИР диаметром от 190,5 до 269,9 мм с обычной и гидромониторной промывкой;
- шестилопастные БИР диаметром от 76 до 269,9 мм с обычной и гидромониторной промывкой.

Пример обозначения долот:

ЗИРГ - 190,5 С - трехлопастное долото истирающе-режущего действия диаметром 190,5 мм с гидромониторной промывкой для бурения пород средней крепости.

Шарошечные долота бывают:

- одношарошечные (I);
- двухшарошечные (II);
- трехшарошечные (III).

Опоры шарошек изготавливаются:

- на подшипниках с телами качения - В.
- на двух и более подшипниках скольжения - А.
- на одном подшипнике скольжения - Н.
- с герметизированными уплотнительными кольцами - У (маслонаполненные опоры).

Пример обозначения долот:

III 215,9 С - ГН - трехшарошечное долото диаметром 215,9 мм для бурения пород гидромониторной промывкой с опорой шарошки на одном подшипнике скольжения.

Алмазные долота бывают:

- однослойные с размещением зерен алмазов в поверхностном слое по определенной схеме:

ДР - радиальные;

ДТ - ступенчатые;

ДК - ступенчатые с торовидными выступами;

С - с синтетическими алмазами.

Пример обозначения долот:

ДКС - 139,7 - однослойное алмазное долото ступенчатое с торовидными выступами с синтетическими алмазами диаметром 139,7 мм для бурения пород средней крепости.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ СКВАЖИН И ДИАМЕТРОВ ДОЛОТ ДЛЯ ИХ БУРЕНИЯ

При проектировании скважины обосновывается выбор диаметра эксплуатационной колонны и согласовываются диаметры обсадных колонн и долот.

Расчет диаметров ведется снизу-вверх.

За исходный диаметр принимается диаметр эксплуатационной колонны, который зависит от ожидаемого дебита нефтяной или газовой скважины.

Рекомендуемые диаметры эксплуатационных колонн приведены в табл. 4.

Таблица 4

Рекомендуемый диаметр эксплуатационной колонны

Нефтяная скважина		Газовая скважина	
Суммарный дебит, Q, м ³ /сут.	Ориентировочный диаметр, мм	Суммарный дебит, Q, м ³ /сут.	Ориентировочный диаметр, мм
< 40	114,3	< 75	114,3
40-100	127-139,7	75-250	114,3-146,1
100-150	139,7-146,1	250-500	146,1-177,8
150-300	146,1-177,8	500-1000	177,8-219,1
> 300	177,8-193,7	1000-5000	219,1-273,1

Исходные данные для решения данной задачи представлены в прил. 2 по вариантам.

При определении диаметров руководствуются нормами [1, 2].

Диаметр долота для бурения под обсадочную колонну определяется по ее габаритному наружному диаметру (наружный диаметр соединительной муфты) с таким расчетом, чтобы обсадная колонна свободно проходила по стволу скважины с регламентированным зазором, который определен в зависимости от диаметра обсадной колонны.

Диаметр долота для бурения под обсадную колонну может быть определён по формуле:

$$D_o = D_m + 2 \cdot \delta, \quad (3)$$

где D_m - диаметр соединительной муфты спускаемой обсадной колонны, определяется согласно [1]; δ - зазор между стенками ствола скважины и диаметром муфты, который определяется по рекомендуемой табл. 5 согласно [3].

Таблица 5

Величина регламентируемого зазора

Ориентировочный диаметр, мм	Регламентированный зазор, δ , мм.
114,3-146,1	5
146,1-177,8	10
177,8-219,1	15
219,1-273,1	18
Более 273,1	20

Далее по полученному расчетному диаметру находится ближайший нормализованный (стандартный) размер долота.

Далее рассчитываем внутренний диаметр обсадной колонны, через которую это долото должно свободно пройти по формуле:

$$d_{вн} = D_d + 2 \cdot \Delta, \quad (4)$$

где $\Delta = 5-10$ мм - зазор между долотом и стенкой трубы согласно [4]; D_d – стандартное значение диаметра долота.

3.1. Пример выполнения задачи по определению конструктивных размеров скважин и диаметров долот для их бурения

Исходные данные – газовая скважина, суммарный дебит $Q=250$ м³/сут.

Исходя из условий по таблице 4 выбираем рекомендуемый диаметр эксплуатационной колонны $d_s=146,1$ мм. Ход выполнения расчетов:

1. Необходимо определить наружный диаметр соединительной муфты для эксплуатационной колонны согласно [1].

Для $d_s=146,1$ мм, $d_{м.э}=166$ мм.

2. Определяем расчетный диаметр долота для бурения под эксплуатационную колонну по формуле:

$$D_o = D_m + 2 \cdot \delta, \text{ мм.}$$

$$D_o = 166 + 20 = 186 \text{ мм.}$$

3. Определяем ближайший нормализованный (стандартный) диаметр долота, согласно [2].

$$D_{\delta} = 187,3 > 186 \text{ мм} .$$

4. Определяем внутренний расчетный диаметр промежуточной колонны.

$$D_{\text{пр.к.}} = D_{\delta} + 2 \cdot \Delta = 187,3 + 10 = 197,3 \text{ мм} .$$

5. Согласно [1], подбираем нормализованный диаметр обсадной колонны для промежуточной колонны:

$$d_{\text{о.к.}} = 219,1 \text{ мм} ;$$

при этом $d_{\text{м.п.к.}} = 244,5 \text{ мм} .$

6. Расчетный диаметр долота для бурения под промежуточную колонну:

$$D_{\delta} = D_{\text{м}} + 2 \cdot \delta = 244,5 + 25 = 269,5 \text{ мм} .$$

7. Определим ближайший нормализованный диаметр долота согласно [2].

$$D_{\delta} = 269,9 \text{ мм} > 269,5 \text{ мм} .$$

8. Определяем внутренний расчетный диаметр кондуктора:

$$d_{\text{вн.к}} = 269,9 + 15 = 284,9 \text{ мм} .$$

9. Нормализованный диаметр кондуктора согласно [1] $d_{\text{к}} = 323,9 \text{ мм}$ с максимально допустимой толщиной стенки $\delta = 14 \text{ мм}$, при этом наружный диаметр муфты $d_{\text{м.к}} = 351,0 \text{ мм}$.

10. Расчетный диаметр долота для бурения под кондуктор:

$$D_{\delta} = 351,0 + 40 = 391,0 \text{ мм} .$$

11. Ближайший нормализованный диаметр долота для бурения под кондуктор согласно [2].

$$D_{\delta.к} = 393,7 \text{ мм} > 391,0 \text{ мм} .$$

12. Внутренний расчетный диаметр направления:

$$d_{\text{вн.напр}} = 393,7 + 15 = 408,7 \text{ мм} .$$

13. Нормализованный диаметр обсадных труб согласно [1] $d_{нар} = 426,0 \text{ мм}$ с максимально допустимой толщиной стенки $\delta = 10 \text{ мм}$, при этом наружный диаметр муфты $d_m = 451,0 \text{ мм}$.

Рассчитанная конструкция скважины показана на рис. 3.

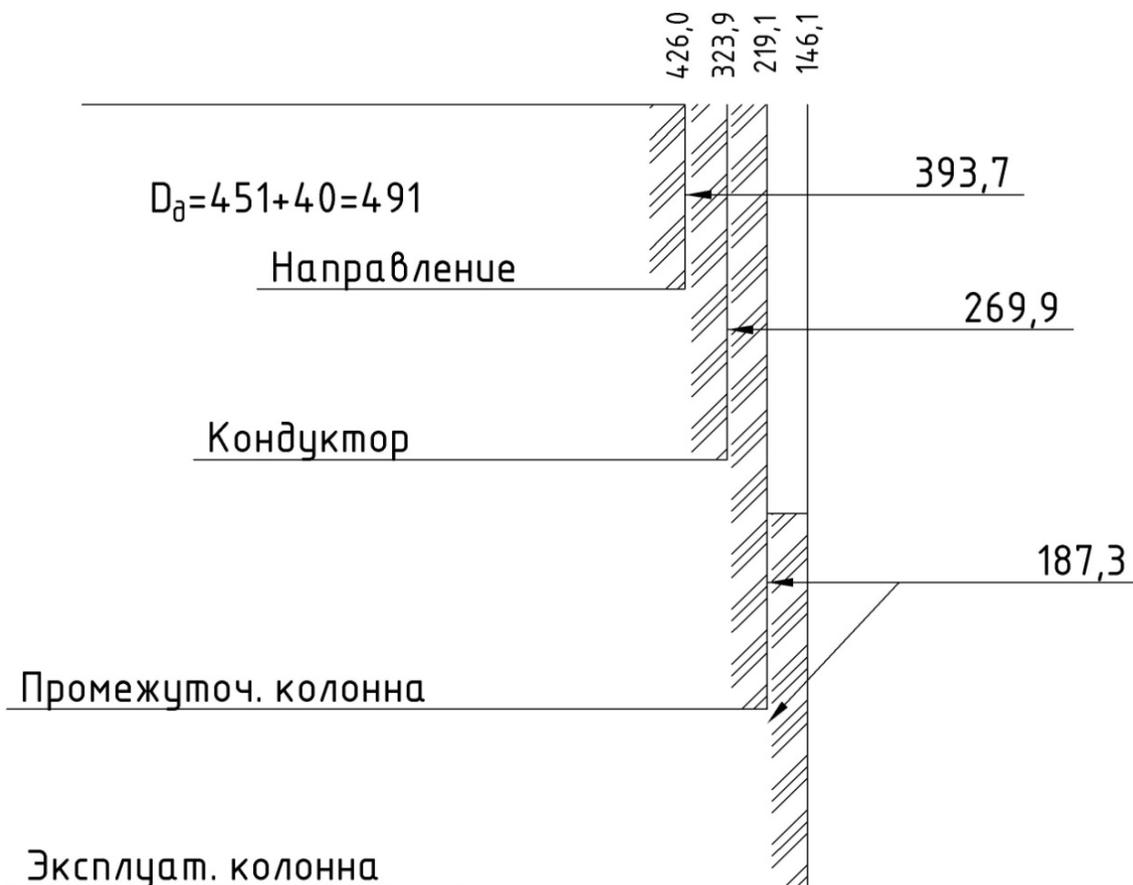


Рис. 3. Диаметры обсадных колонн и долот

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 632-80. Обсадные трубы и муфты к ним. Технические условия. – М.: Госстандарт России, 2010. – 75 с.
2. ГОСТ 20692-2003. Долота шарошечные. Технические условия. – М.: Госстандарт России, 2003. – 7 с.
3. Алькушин А. И. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 1989. 360 с.
4. Крец В. Г., Лене Г. В. Основы нефтегазодобычи: учебное пособие / Под ред. канд. геол.-минер. наук Г.М. Волощука. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. 230 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ВАРИАНТ 1

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:2000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.1

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	40	40	40	40	30	50
Абсолютная отметка скважины, м	232,5	233,4	234	233,0	236	234,5
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0,3		0	0	0
до	0,9	0,8		0,7	1,5	1,0
Насыпной грунт:						
Глубина залегания:						
От		0	0			
до		0,3	1,6			
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	0,9	0,8	1,6			
до	1,9	2,3	2,5			
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От	1,9	2,3	2,5	0,7	1,5	1,0
до	3,8	4,1	4,5	3,6	4,9	3,5
Песчаник кварцевый:						
Глубина залегания:						
От	3,8	4,1	4,5	3,6	4,9	3,5
до	8,3	8,8	8,9	8,8	10	9,3
Мергель глинистый:						
Глубина залегания:						
От	8,3	8,8	8,9	8,8	10	9,3
до	14,0	14,0	14,0	14,0	14,5	15
Аргиллит песчанистый:						
Глубина залегания:						
От	14,0	14,0	14,0	14,0	14,5	15,0
до	26,5	29,0	28,5	30,0	32,0	32,0

ВАРИАНТ 2

Масштаб: Горизонтальный 1:2000

Вертикальный 1:2000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.2

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	100	90	90	100	120	100
Абсолютная отметка скважины, м	238	241,6	244,2	240,6	241,0	240,3
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0		0
до	0,5	0,7	0,8	0,2		0,3
Супесь просадочная твердая:						
Глубина залегания:						
От	0,5	0,7	0,8			
до	3,0	3,6	4,0			
Песчанник кварцевый						
Глубина залегания:						
От	3,0	3,6	4,0	0,2	0,0	0,3
до	6,0	5,8	6,3	2,9	3,5	3,5
Известняк глинистый:						
Глубина залегания:						
От		5,8	6,3	2,9	3,5	3,5
до		13,3	14,0	10,8	11,0	9,3
Доломит песчанистый:						
Глубина залегания:						
От	6,0	13,3	14,0	10,8	11,0	9,3
до	15,6	15,0	16,3	16,2	16,2	16,1
Глина алевролитистая:						
Глубина залегания:						
От	15,6	15,0	16,3	16,2	16,2	16,1
до	22,3	23,6	24	24	23	23,5
Углистый сланец:						
Глубина залегания:						
От	22,3	23,6	24	24	23	23,5
до	31	32	30	33	30	30

ВАРИАНТ 3

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.3

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	20	30	40	30	40	20
Абсолютная отметка скважины, м	163,0	162,0	161,5	162,0	163,0	163,5
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0,7	0	0	0,8
до	1,4	1,6	1,7	1,7	1,4	1,5
Насыпной грунт:						
Глубина залегания:						
От			0			0
до			0,7			0,8
Суглинок полутвердый просадочный:						
Глубина залегания:						
От	1,4	1,6	1,7	1,7	1,4	1,5
до	3,7	3,6	3,1	3,6	3,2	3,5
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	3,7	3,6		3,6	3,2	
до	7,2	7,3		6,0	6,0	
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	7,2	7,3	3,1	6,0	6,0	3,5
до	9,1	9,2	9,0	8,5	8,8	8,0
Песок кварцевый с известковистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	9,1	9,2	9,0	8,5	8,8	8,0
до	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Песок кварцевый с глинистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
до	28,0	27,5	26,9	28,2	29,0	31,0

ВАРИАНТ 4

Масштаб: Горизонтальный 1:200000

Вертикальный 1:1000

Таблица П1.4

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, км	9	10	12	17	15	11
Абсолютная отметка скважины, м	198,4	220,0	204,5	226,4	219,8	254,5
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	0			0	0	0
до	5,0			10,0	18,0	10,0
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От		0	0			
до		15,0	5,0			
Мергель карбонатный:						
Глубина залегания:						
От		15,0	5,0	10,0	18,0	10,0
до		25,0	13,0	42,0	33,0	55,0
Гипс опесчаненный:						
Глубина залегания:						
От			13,0	42,0	33,0	55,0
до			16,0	47,0	37,0	62,0
Песок без примеси твердых абразивных минералов:						
Глубина залегания:						
От	5,0	25,0	16,0	47,0	37,0	62,0
до	31,0	55,0	39,0	66,0	63,0	84,0
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	31,0	55,0	39,0	66,0	63,0	84,0
до	38,0	60,0	48,0	74,0	75,0	96,0
Песок кварцевый с глинистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	38,0	60,0	48,0			
до	71,0	73,0	52,0			

ВАРИАНТ 5

Масштаб: Горизонтальный 1:200000

Вертикальный 1:1000

Таблица П1.5

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, км	12	15	15	12	14	15
Абсолютная отметка скважины, м	206,0	190,0	210,0	231,0	202,0	173,0
Мергель глинистый:						
Глубина залегания:						
От	0			0	0	0
до	8,0			10,0	10,0	8,0
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От		0	0			
до		10,0	18,0			
Известняк песчанистый 5%:						
Глубина залегания:						
От				10,0	10,0	8,0
до				28,0	27,0	29,0
Трепел:	8,0	10,0	18,0			
Глубина залегания:	22,0	24,0	25,0			
От						
до						
Известняк кремнистый:						
Глубина залегания:						
От	22,0		25,0	28,0	27,0	
до	35,0		50,0	46,0	45,0	
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	35,0	24,0	50,0			29,0
до	60,0	58,0	57,0			51,0
Мергель карбонатный:						
Глубина залегания:						
От	60,0	58,0		46,0	45,0	51,0
до	69,0	72,0		62,0	63,0	65,0

ВАРИАНТ 6

Масштаб: Горизонтальный 1:200000

Вертикальный 1:1000

Таблица П1.6

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, км	18	8	3	3	9	10
Абсолютная отметка скважины, м	145,0	162,4	178,4	184,0	208,6	227,0
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	0					
до	11,0					
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	11,0					
до	26,0					
Гранатовый песок:						
Глубина залегания:						
От		0	0	0	0	0
до		12,0	7,0	8,0	12,0	25,0
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От		12,0				25,0
до		22,0				32,0
Песок полимиктовый:						
Глубина залегания:						
От		22,0	7,0	8,0	12,0	32,0
до		44,0	13,0	16,0	36,0	50,0
Известняк глинистый:						
Глубина залегания:						
От	26,0	44,0	13,0	16,0	36,0	50,0
до	41,0	70,0	68,0	55,0	77,0	70,0
Мергель карбонатный:						
Глубина залегания:						
От		70,0		55,0		70,0
до		85,0		72,0		87,0

ВАРИАНТ 7

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.7

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	30	50	34	29	30	36
Абсолютная отметка скважины, м	219,8	219,5	218,3	217,6	216,9	219,6
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	0,5	0,7	1,1	0,7	0,7	0,7
Суглинок твердый просадочный:						
Глубина залегания:						
От	0,5	0,7	1,1	0,7	0,7	0,7
до	4,0	4,5	4,0	3,5	2,3	4,5
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	4,0	4,5	4,0	3,5	2,3	4,5
до	5,8	5,7	5,2	5,3	5,0	5,6
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	5,8	5,7	5,2	5,3	5,0	5,6
до	11,0	9,8	8,8	8,3	7,2	10,2
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От	11,0	9,8	8,8	8,3	7,2	10,2
до	12,3	11,2	9,8	10,8	11,10	11,0
Известняк глинистый:						
Глубина залегания:						
От	12,3	11,2			11,10	11,0
до	15,0	15,0			13,4	15,0
Доломит песчанистый:						
Глубина залегания:						
От		15,0	9,8	10,8	13,4	15,0
до		34,0	30,0	28,0	26,0	29,0

ВАРИАНТ 8

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.8

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	17,5	16,5	16	27	16	15
Абсолютная отметка скважины, м	152,6	182,5	170,7	181,5	210,5	215
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От			0			0
до			1,2			1,5
Песчаник кварцевый с глинистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	0	0	1,2			
до	2,0	2,0	2,6			
Мергель песчанистый:						
Глубина залегания:						
От	2,0	2,0	2,9	0	0	1,5
до	7,0	6,8	8,9	8,9	10,0	6,0
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	7,0	6,8	8,9	8,9	10,0	6,0
до	19,0	21,0	18,5	19,0	19,5	18,0
Гипс без примесей:						
Глубина залегания:						
От	19,0	21,0	18,5			
до	28,0	28,0	22,0			
Углистый сланец:						
Глубина залегания:						
От	28,0	28,0	22,0	19,0	19,5	18,0
до	33,0	35,0	36,0	32,0	30,0	34,0
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	33,0	35,0	36,0	32,0		
до	39,0	42,0	47,0	48,0		

ВАРИАНТ 9

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.9

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	15	20	7	20	30	12
Абсолютная отметка скважины, м	160,0	140,0	130,0	135,0	110,0	150,0
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0			0
до	1,0	0,5	2			2
Песчаник кварцевый с известковым цементом:						
Глубина залегания:						
От	1,0	0,5	2			
до	2,0	2,0	4			
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	2,0	2,0	4	0	0	2
до	7,0	6,8	8,9	8,9	10,0	6,0
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	7,0	6,8	8,9	8,9	10,0	6,0
до	19,0	13,0	18,5	15,0	19,5	18,0
Мергель глинистый:						
Глубина залегания:						
От	19,0	13,0	18,5			
до	22,0	28,0	22,0			
Известняк кремнистый 5%:						
Глубина залегания:						
От	22,0	28,0		15,0	19,5	18,0
до	33,0	35,0		32,0	30,0	34,0
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	33,0	35,0	22,0	32,0		
до	36,0	42,0	47,0	41,0		

ВАРИАНТ 10

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.10

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	15	15	10	12	25	27
Абсолютная отметка скважины, м	198,2	184,3	195,2	197,0	189,3	200,0
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	1,0	1,2	1,4	1,5	0,8	0,8
Песчанник кварцевый с глинистым цементом						
Глубина залегания:						
От	1,0	1,2	1,4	1,5	0,8	0,8
до	5,6	4,3	5,1	4,8	3,6	4,1
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	5,6	4,3	5,1	4,8	3,6	4,1
до	8,0	9,2	9,3	10,0	11,2	10,1
Углистый сланец:						
Глубина залегания:						
От	8,0	9,2	9,3	10,0	11,2	10,1
до	15,0	16,3	19,3	20,1	22,0	23,9
Известняк кремнистый (10%)						
Глубина залегания:						
От	15,0	16,3	19,3	20,1	22,0	23,9
до	19,0	23,0	29,6	30,2	43,0	45,0
Известняк глинистый:						
Глубина залегания:						
От	19,0	23,0	29,6		43,0	45,0
до	26,3	31,7	39,8		52,3	68,8
Доломит песчанистый:						
Глубина залегания:						
От				30,2	52,3	68,8
до				28,0	78,2	75,3

ВАРИАНТ 11

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.11

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	10	14	15	15	13	17
Абсолютная отметка скважины, м	174,2	175,0	181,0	182,0	168,0	170,5
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0	0		0	0	
до	1,2	1,0		0,9	1,0	
Насыпной грунт:						
Глубина залегания:						
От			0			0
до			2,1			0,8
Углистый сланец:						
Глубина залегания:						
От	1,2	1,0	2,1	0,9	1,0	0,8
до	4,1	5,2	6,0	7,2	4,2	5,9
Доломит без примеси твердых абразивных минералов:						
Глубина залегания:						
От	4,1	5,2	6,0	7,2	4,2	5,9
до	7,2	8,0	9,3	11,3	12,6	15,9
Известняк кремнистый (20-30%):						
Глубина залегания:						
От	7,2	8,0	9,3	11,3	12,6	15,9
до	12,3	15,0	18,3	20,1	22,6	24,9
Песок кварцевый с известковистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	12,3	15,0	18,3	20,1	22,6	24,9
до	31,2	41,9	38,0	38,7	42,3	41,1
Песок кварцевый с глинистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	31,2	41,9	38,0	38,7	42,3	
до	42,3	51,9	55,8	56,0	48,0	

ВАРИАНТ 12

Масштаб: Горизонтальный 1:200000

Вертикальный 1:1000

Таблица П1.12

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, км	9	4	5	4	8	6
Абсолютная отметка скважины, м	188,0	187,0	187,0	191,0	193,0	193,5
Мергель глинистый:						
Глубина залегания:						
От	0			0	0	0
до	1,5			1,9	2,0	2,5
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От		0	0			
до		3,0	4,5			
Известняк песчанистый 5%:						
Глубина залегания:						
От	1,5	3,0	4,5	1,9	2,0	2,5
до	3,2	5,6	6,9	7,0	6,9	7,3
Мергель глинистый:						
Глубина залегания:						
От	3,2	5,6	6,9		6,9	7,3
до	10,0	12,6	15,3		16,2	17,0
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От				7,0		
до				21,6		
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	10,0	12,6	15,3	21,6	16,2	17,0
до	23,6	29,9	27,0	29,0	28,0	29,5
Ангидрит без примеси твердых абразивных минералов:						
Глубина залегания:						
От	23,6	29,9	27,0	29,0	28,0	29,5
до	62,0	52,0	51,3	59,0	58,5	63,2

ВАРИАНТ 13

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.13

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	16	24	19	18	10	11
Абсолютная отметка скважины, м	152,0	152,0	146,3	161,0	155,0	156,3
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	2,0	1,5	1,2	1,5	1,7	1,2
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	2,0	1,5	1,2	1,5	1,7	1,2
до	3,2	4,4	5,0	5,1	6,3	3,5
Зернистый и аналогичный алевролит с цементом 20-50%:						
Глубина залегания:						
От	3,2	4,4	5,0	5,1	6,3	3,5
до	6,0	8,9	9,2	9,6	10,2	11,3
Известняк кремнистый (20-30%):						
Глубина залегания:						
От	6,0	8,9	9,2	9,6	10,2	11,3
до	15,8	15,5	18,3	20,1	22,6	24,9
Песок кварцевый с известковистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	12,3	15,0	18,3	20,1	22,6	24,9
до	31,2	41,9	38,0	38,7	42,3	41,1
Песчанник с точечными контактами срастания кварцевых зерен:						
Глубина залегания:						
От	31,2	41,9	38,0	38,7	42,3	41,1
до	52,1	55,9	60,1	62,3	65,8	68,7

ВАРИАНТ 14

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.14

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	10	8	15	16	10	13,5
Абсолютная отметка скважины, м	184,2	181,0	179,3	177,5	175,5	171,8
Кварцевый с сульфатным цементом:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	3,5	4,0	5,9	2,3	3,3	3,1
Гипс глинистый:						
Глубина залегания:						
От	3,5	4,0	5,9	2,3	3,3	3,1
до	4,3	4,9	8,0	5,9	6,8	8,1
Ангидрит без примеси твердых абразивных минералов:						
Глубина залегания:						
От	4,3	4,9	8,0	5,9	6,8	8,1
до	8,3	6,9	12,0	10,8	12,9	15,2
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	8,3	6,9	12,0	10,8	12,9	15,2
до	12,9	15,0	16,2	16,9	17,8	22,0
Песок кварцевый с известковистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	12,9	15,0	16,2			22,0
до	16,0	22,0	30,0			28,0
Песчанник с точечными контактами срастания кварцевых зерен:						
Глубина залегания:						
От				16,9	17,8	
до				52,3	55,4	

ВАРИАНТ 15

Масштаб: Горизонтальный 1:200000

Вертикальный 1:1000

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.15

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, км	7	6	6	8	4	10
Абсолютная отметка скважины, м	175,0	164,0	175,0	150,0	145,0	152,0
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	1,5	0,7	1,5	1,9	2,0	2,5
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От	1,5	0,7	1,5	1,9	2,0	2,5
до	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	8,5
Известняк глинистый:						
Глубина залегания:						
От	3,5	5,0	6,0	7,0	8,0	8,5
до	6,8	10,2	12,0	14,5	16,8	20,0
Опока и трепел:						
Глубина залегания:						
От	6,8	10,2	12,0	14,5	16,8	20,0
до	12,0	13,0	14,5	18,9	22,0	29,2
Известняк кремнистый (20-30%)						
Глубина залегания:						
От	12,0	13,0	14,5	18,9	22,0	29,2
до	25,0	26,7	22,0	29,0	28,0	39,5
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	25,0	26,7	22,0			39,5
до	45,0	41,0	43,0			52,0
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От				29,0	28,0	
до				60,0	64,5	

ВАРИАНТ 16

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.16

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	13	8	16	19	12	11
Абсолютная отметка скважины, м	190,0	182,0	195,0	186,0	180,0	185,5
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	1,0	0,5	2	1,5	3	2
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От	1,0	0,5	2	1,5	3	2
до	3,0	4,0	5,0	5,6	6,2	7,3
Кварцевый с глинистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	3,0	4,0	5,0	5,6	6,2	7,3
до	6,3	7,0	8,0	9,5	10,2	11,0
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	6,3	7,0	8,0	9,5	10,2	11,0
до	19,0	13,0	18,5	16,0	19,5	18,0
Углистый сланец:						
Глубина залегания:						
От	19,0	13,0	18,5			
до	22,0	22,0	24,5			
Известняк кремнистый 5%:						
Глубина залегания:						
От	22,0	22,0		16,0	19,5	18,0
до	33,0	34,0		29,0	25,6	34,0
Ангидрит без примеси твердых абразивных минералов:						
Глубина залегания:						
От	33,0	34,0	24,5	29,0		
до	41,0	52,3	48,5	48,6		

ВАРИАНТ 17

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.17

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	24	8	20	11	15	17
Абсолютная отметка скважины, м	169,0	152,0	135,2	130,0	145,0	110,6
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4
Песчанник кварцевый с сульфатным цементом						
Глубина залегания:						
От	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	0,4
до	3,0	3,6	4,0	4,2	4,6	4,1
Песчанник с точечными контактами срастания кварцевых зерен:						
Глубина залегания:						
От	3,0	3,6	4,0	4,2	4,6	4,1
до	9,0	9,5	10,0	8,0	7,5	8,2
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	9,0	9,5	10,0	8,0	7,5	8,2
до	12,0	12,0	16,0	18,6	20,0	19,3
Песок кварцевый с известковистым цементом:						
Глубина залегания:						
От	12,0	12,0	16,0	18,6	20,0	19,3
до	19,5	18,3	22,0	21,0	31,2	30,9
Гипс глинистый:						
Глубина залегания:						
От	19,5	18,3	22,0	21,0	31,2	30,9
до	42,8	48,7	55,7	49,5	50,0	53,9

ВАРИАНТ 18

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.18

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	12	25	36	8	11	14
Абсолютная отметка скважины, м	192,0	199,0	190,0	180,0	195,0	180,0
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	1,0	1,2	1,5	0,8	1,0	1,1
Глина мономинеральная:						
Глубина залегания:						
От	1,0	1,2	1,5	0,8	1,0	1,1
до	2,2	2,6	2,9	2,6	2,0	2,9
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От	2,2	2,6	2,9	2,6	2,0	2,9
до	5,0	5,4	6,0	6,9	6,3	7,0
Аргаллит алевролитистый и песчанистый:						
Глубина залегания:						
От	5,0	5,4	6,0	6,9	6,3	7,0
до	12,0	11,5	15,0	14,9	17,0	12,0
Мергель карбонатный:						
Глубина залегания:						
От	12,0	11,5	15,0	14,9	17,0	12,0
до	20,0	21,0	20,5	22,0	19,5	24,5
Известняк алевроитовый:						
Глубина залегания:						
От	20,0	21,0	20,5	22,0	19,5	24,5
до	26,8	29,5	32,6	42,0	41,0	40,0

ВАРИАНТ 19

Масштаб: Горизонтальный 1:200000

Вертикальный 1:1000

Таблица П1.19

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, км	2	4	3	4	6	3
Абсолютная отметка скважины, м	175,0	180,0	182,0	175,0	168,0	165,0
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0					
до	2,0					
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	2,0	0	0			
до	3,5	2,5	3,5			
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От				0	0	0
до				6,0	7,5	7,0
Известняк без примеси твердых абразивных минералов						
Глубина залегания:						
От	3,5	2,5	3,5	6,0	7,5	7,0
до	5,6	6,9	8,0	12,5	16,0	15,5
Гипс без примесей:						
Глубина залегания:						
От	5,6	6,9	8,0	12,5	16,0	15,5
до	15,2	16,9	18,0	21,0	25,0	21,0
Известняк глинистый:						
Глубина залегания:						
От	15,2	16,9	18,0	21,0	25,0	21,0
до	23,0	22,0	21,0	26,0	26,0	24,0
Мергель глинистый:						
Глубина залегания:						
От		22,0	21,0			24,0
до		41,0	42,0			39,0

ВАРИАНТ 20

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.20

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	30	45	20	16	12	20
Абсолютная отметка скважины, м	156,0	168,0	171,0	171,0	170,0	173,0
Почва черноземная:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	0,5	0,5	0,4	0,65	0,8	0,9
Песчаник кварцевый мономинеральный (крупно-, средне-, мелко-, тонкозернистый) и аналогичный алевролит:						
Глубина залегания:						
От	0,5	0,5		0,65	0,8	0,9
до	2,6	3,5		3,5	4,0	4,0
Песчаник зернистый и аналогичный алевролит с цементом 20-50%:						
Глубина залегания:						
От			0,4			
до			5,0			
Глина кремнистая:						
Глубина залегания:						
От	2,6	3,5	5,0	3,5	4,0	4,0
до	12,0	11,5	15,0	14,9	17,0	12,0
Известняк песчанистый (5%):						
Глубина залегания:						
От	12,0	11,5	15,0	14,9	17,0	12,0
до	20,0	19,5	20,5	18,9	19,3	22,3
Известняк алевроитовый:						
Глубина залегания:						
От	20,0	19,5	20,5	18,9	19,3	22,3
до	26,0	35,0	31,2	29,8	28,2	28,0

ВАРИАНТ 21

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.21

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	20	50	35	15	18	12
Абсолютная отметка скважины, м	120,0	110,0	100,0	151,0	169,0	163,0
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	0,3	0,5	0,8	0,6	0,5	0,4
Известняк песчанистый (до 20-30%)						
Глубина залегания:						
От	0,3	0,5	0,8	0,6	0,5	0,4
до	2,5	2,1	3,0	4,5	4,2	4,0
Известняк песчанистый (10%):						
Глубина залегания:						
От	2,5	2,1	3,0	4,5	4,2	4,0
до	5,0	5,3	4,6	8,0	7,3	7,5
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	5,0	5,3	4,6	8,0	7,3	7,5
до	12,0	11,3	14,9	13,8	12,0	12,0
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От	12,0	11,3	14,9			
до	22,0	22,0	21,0			
Известняк кремнистый 5%:						
Глубина залегания:						
От	22,0	22,0		13,8	12,0	12,0
до	33,0	34,0		29,0	25,6	34,0
Песчаник полимиктовый:						
Глубина залегания:						
От	33,0	34,0	21,0	29,0		
до	43,0	50,0	52,0	49,2		

ВАРИАНТ 22

Масштаб: Горизонтальный 1:1000

Вертикальный 1:1000(для абсолютной отметки скважины)

Вертикальный 1:200 (для глубин залегания)

Таблица П1.22

Наименование	Величина, м, по скважинам					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние между скважинами, м	13	15	25	36	18	32
Абсолютная отметка скважины, м	100,0	90,0	80,0	109,0	75,0	103,0
Почвенно-растительный слой:						
Глубина залегания:						
От	0	0	0	0	0	0
до	0,6	0,9	0,8	0,5	0,6	0,8
Песчаник кварцевый с сульфатным цементом						
Глубина залегания:						
От	0,6	0,9	0,8	0,5	0,6	0,8
до	3,9	2,1	2,8	2,5	3,0	3,6
Аспидный сланец:						
Глубина залегания:						
От	3,9	2,1	2,8	2,5	3,0	3,6
до	6,0	6,9	7,2	6,9	7,5	8,0
Глина песчанистая:						
Глубина залегания:						
От	6,0	6,9	7,2	6,9	7,5	8,0
до	22,0	19,0	23,0	25,0	18,0	19,0
Суглинок полутвердый:						
Глубина залегания:						
От	22,0	19,0	23,0			
до	32,0	32,5	33,6			
Опока и трепел:						
Глубина залегания:						
От	32,0	32,5		25,0	18,0	19,0
до	39,0	41,0		29,0	29,5	34,0
Песчаник полимиктовый:						
Глубина залегания:						
От	39,0	41,0	33,6	29,0	29,5	34,0
до	52,0	44,0	48,7	41,4	45,0	55,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П2.1

Исходные данные для задачи

№ варианта	Дебит скважины м³/сут.	Тип добываемого по- лезного ископаемого
1	20	Газ
2	30	Нефть
3	40	Нефть
4	100	Нефть
5	150	Нефть
6	300	Нефть
7	350	Нефть
8	400	Нефть
9	50	Газ
10	75	Газ
11	250	Газ
12	280	Газ
13	490	Газ
14	900	Газ
15	1000	Газ
16	3000	Газ
17	900	Газ
18	290	Нефть
19	25	Нефть
20	45	Нефть
21	45	Газ
22	70	Газ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ТЕРМИНОЛОГИЯ.....	4
1. Построение мелкомасштабного классификационного разреза (МКР) горных пород.....	6
2. Классификация горных пород для выбора породоразрушающего инструмента.....	7
2.1. Типы породоразрушающих инструментов.....	13
3. Определение конструктивных размеров скважин и диаметров долот для их бурения.....	14
3.1. Пример выполнения задачи по определению конструктивных размеров скважин и диаметров долот для их бурения	15
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	41

ОСНОВЫ НЕФТЕГАЗОВОГО ДЕЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к выполнению практических занятий и самостоятельной работы
для обучающихся направления подготовки
21.03.01 Нефтегазовое дело,
профиль «Проектирование, строительство и эксплуатация
газонефтепроводов и газонефтехранилищ»,
всех форм обучения*

Составитель

Колосова Нелля Викторовна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 16.06.2023.

Уч.-изд. л. 2,1.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84