

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Двоеглазов Семен Иванович
Должность: Директор
Дата подписания: 30.06.2025 15:24:49
Уникальный программный ключ:
2cc3f5fd1c09cc1a69668dd98bc3717111a1a535



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Старооскольский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Российский государственный геологоразведочный университет имени
Серго Орджоникидзе»**
(СОФ МГРИ)

*Кафедра прикладной геологии, технологии поисков и разведки
месторождений полезных ископаемых*

БУРЕНИЕ НА ТВЕРДЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

**Методические указания по выполнению
курсового проекта
для студентов очной и заочной форм обучения
специальности 21.05.03 – «Технология
геологической разведки»**

Рекомендовано Ученым советом СОФ МГРИ

Старый Оскол, 2022 г.

УДК 622.23

ББК 33.13

Б 91

Составитель: ст. преп. Мелентьев С.Г.

Рецензент(ы): к.т.н, доцент Р.Ю. Ернеев

Бурение на твердые полезные ископаемые: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов очной и заочной форм обучения специальности 21.05.03 –«Технология геологической разведки» специализации «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых» /сост.: С.Г. Мелентьев. – Старый Оскол : СОФ МГРИ, 2022. – 57 с.

Методические указания содержат расчетные методики и задания для написания курсового проекта по дисциплине «Бурение на твердые полезные ископаемые». Методические указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения специальности 21.05.03 –«Технология геологической разведки» специализации «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых».

Утверждено и рекомендовано к изданию Ученым советом СОФ МГРИ (протокол № 10 от 29 августа 2022 г.).

© С.Г. Мелентьев, 2022 г.

© СОФ МГРИ, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	Геологическая часть	10
2	Выбор способа бурения	12
3	Построение конструкции скважины	15
4	Технология бурения геологоразведочных скважин	20
4.1	Выбор очистного агента	20
4.2	Выбор параметров режима бурения	21
4.3	Мероприятия по повышению выхода керна	27
4.4	Мероприятия по поддержанию заданного направления скважины	31
5	Выбор бурового оборудования	32
6	Выбор бурового инструмента	38
6.1	Выбор технологического инструмента	38
6.2	Выбор вспомогательного и аварийного инструмента	46
7	Составление геолого-технического наряда	48
8	Ликвидация скважин	49
	Заключение	51
	Список литературы	52
	Приложение	53

ВВЕДЕНИЕ

В курсовом проекте студент должен на основании выданного ему индивидуального задания спроектировать технологический процесс бурения геологоразведочной скважины. На основании результатов расчетов составить геолого-технический наряд (далее ГТН) и оформить его в виде таблицы на листе формата А1. По результатам курсового проекта написать небольшой доклад (стр.2-3) (или презентацию) и произвести защиту курсового проекта.

Текст печатается шрифтом Times New Roman, 14 размера, через 1.5 интервал. Поля – 2см сверху и снизу; 3 см слева, 1 см справа. Титульный лист оформляется по образцу (см. приложение). Все страницы должны быть пронумерованы, номер на титульном листе и оглавлении не ставится. Первой страницей, на которой ставится номер, является введение (номер страницы 3).

Требование к курсовому проекту

В курсовом проекте должны быть решены следующие задачи:

1. описано месторождение (одно из многих), вид полезного ископаемого которого является целью бурения.
2. - выбран способ бурения;
3. – построена проектная конструкции скважины;
4. - выбрано буровое оборудование;
5. – выбран буровой инструмент;
6. - выбран тип очистного агента;
7. – сделан расчет рациональных параметров режима бурения;
8. - разработаны мероприятия по повышению выхода керна;
9. – определен порядок ликвидации скважины;
- 10.- составлен геолого-технический наряд.

Бурение геологоразведочных скважин является основным способом поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. В данном курсовом проекте необходимо составить проект бурения скважины для разведки месторождения твердого полезного ископаемого.

Ниже приведены десять вариантов проектных геологических разрезов, для которых составляется проект на бурение геологоразведочных скважин.

Вариант 1

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	7	7	Грунтовый слой	II
2	7	80	73	Суглинки с включением гальки	III
3	80	110	30	Известняк кавернозный	V
4	110	150	40	Плотный мергель	IV
5	150	380	230	Кварцевые порфиры	VIII
6	380	470	90	Медноколчеданные жилы	IX-XI
7	470	500	30	Кварцевые порфиры	VIII-IX
Особые условия: Интервал 0 - 150 м бурится без отбора керна					

Вариант 2

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	3	3	Грунтовый слой	II
2	3	90	87	Глинистые сланцы	VII
3	90	110	20	Гнейс трещиноватый	VIII
4	110	120	10	Кварц сливной	XII
5	120	260	140	Гнейс	VIII
6	260	280	20	Пегматит редкоземельный	IX-XI
7	280	300	20	Гнейс	VIII
Особые условия: Интервал 0 - 120 м бурится без отбора керна					

Вариант 3

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	10	10	Песок	II
2	10	40	30	Глина пучащая	IV
3	40	120	80	Известняк разрушенный	V
4	120	320	200	Алевролит	VI
5	320	520	200	Песчаник абразивный	VII
6	520	670	150	Медноникелевые жилы	X
7	670	700	30	Фельзит	X
Особые условия: Интервал 0 – 320м бурится без отбора керна					

Вариант 4

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	7	7	Почвенно-растительный слой	II
2	7	70	63	Среднезернистый песок	II
3	70	110	40	Глинистый песчаник	VII
4	110	120	10	Разнозернистый песок	II
5	120	310	190	Плотные глины	IV
6	310	370	60	Силикатно-никелевые руды	VI-VII
7	370	400	30	Сиенит	VIII
Особые условия: Интервал 0 – 120м бурится без отбора керна					

Вариант 5

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	10	10	Супесь	II
2	10	80	70	Суглинки	III
3	80	100	20	Глинистые сланцы	VII
4	100	115	15	Известняк трещиноватый	II-III
5	115	140	25	Песчаник абразивный	VII
6	140	170	30	Известняк плотный	V
7	170	195	25	Бокситы	IV-V
8	195	220	25	Песчанистые сланцы	VII
Особые условия: Интервал 0 – 140м бурится без отбора керна					

Вариант 6

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	12	12	Валунно-галечные отложения	II-V
2	12	20	8	Среднезернистый песок	II
3	20	80	60	Суглинки	III
4	80	260	180	Песчаник абразивный	VII
5	260	280	20	Алевролит	VI
6	280	285	5	Каменная соль	III
7	285	300	15	Доломит	VII
Особые условия: В интервале 0 – 80м многолетнемерзлые породы					

Вариант 7

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	15	15	Почвенный слой	II
2	15	40	25	Песок	II
3	40	60	20	Глина	IV
4	60	65	5	Мергель	VI
5	65	90	25	Боксит	IV
6	90	100	10	Мергель	VI
Особые условия: Интервал 0 – 60м бурится без отбора керна					

Вариант 8

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	5	5	Почвенный слой	II
2	5	95	90	Песок	II
3	95	295	200	Плотные глины	IV
4	295	500	205	Песчаник абразивный	VII
5	500	750	250	Гнейс	VIII
6	750	780	30	Титаномагнетитовые руды	XI
7	780	800	20	Гранит	X
Особые условия: Интервал 0 - 295 м бурится без отбора керна					

Вариант 9

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	5	5	Почвенный слой	II
2	5	120	115	Песок среднезернистый	II
3	120	170	50	Глина	IV
4	170	250	80	Известняк кавернозный	V
5	250	400	150	Песчаник абразивный	VII
6	400	660	260	Гранит	X
7	660	670	10	Молибдено-вольфрамовая жила	XI
8	670	700	30	Гранит	X
Особые условия: Интервал 0 – 260м бурится без отбора керна					

Вариант 10

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	7	7	Суглинки	II
2	7	20	13	Песок	II
3	20	60	40	Глина	IV
4	60	175	115	Аргиллит	VI
5	175	180	5	Бурый уголь	II
6	180	200	20	Известняк	V
Особые условия: Интервал 0 – 60 м бурится без отбора керна					

По согласованию с руководителем курсового проекта может быть взят любой литологический разрез любого месторождения твердых полезных ископаемых.

1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Материалы для курсового проекта собираются на практике в основном в геологическом отделе предприятия. В геологической части кратко освещаются вопросы водоносности, тектоники, осложнений и более подробно - вопросы литологии рассматриваемого месторождения. После текста общего плана материал лучше оформить в виде таблиц, предварительно указав источник информации. В этом разделе можно решить вопрос о возможных и фактических осложнениях в скважине в процессе ее углубления.

В случае отсутствия данных материалов описываются месторождения, которые вмещают указанное в задании твердое полезное ископаемое (где находятся, тип происхождения и т.д.). Оценивается значимость полезного ископаемого.

Физико-механические свойства горных пород разреза.

При анализе физико-механических свойств горных пород в первую очередь необходимо определить твердость пород по штампу ($P_{ш}$), категории их твердости и абразивности, подготовить данные к разделению геологического разреза скважин на интервалы условно одинаковой буримости. Разделение геологического разреза скважины на интервалы условно одинаковой буримости пород можно провести с использованием известных (но обоснованных) рекомендаций или самостоятельно по твердости пород с уточнением с помощью известных рекомендаций. Дается геологическое описание каждой горной породы, находящейся в разрезе скважины. В заключении описания свойств для каждой породы указывается категория пород по буримости, класс абразивности, группа по устойчивости. Для полезного ископаемого приводится группа по отбору керна. Указываются зоны возможных осложнений в скважине. Производится разбивка метража по категориям буримости пород, которая сводится в таблицу 1.1.

Таблица 1.1- Разбивка метража по категориям буримости пород

№ п/п	Метраж бурения, м по категориям												Глубина скважины
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	

Определяется средняя категория пород по буримости по формуле:

$$K = \frac{K_2 \cdot m_2 + K_3 \cdot m_3 + K_4 \cdot m_4}{L_{СКВ}} = \quad (1.1)$$

где K – категория по буримости каждого слоя пород;

m – мощность пород, м;

L_{СКВ} – глубина скважины, м.

2. ВЫБОР СПОСОБА БУРЕНИЯ

Выбор способа бурения скважин зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются: целевое назначение скважины, тип полезного ископаемого, физико-механические свойства горных пород.

В курсовом проекте требуется спроектировать бурение скважины. Тип полезного ископаемого приведен в задании на курсовое проектирование (*полезное ископаемое – предпоследний слой*).

Основными физико-механическими свойствами горных пород, определяющими выбор способа и технологии бурения скважин, являются: связность, пористость, устойчивость, плотность, прочность, твердость, абразивность. Для проектирования и нормирования бурения геологоразведочных скважин используется обобщенный показатель физико-механических свойств горных пород – буримость. Для вращательного бурения скважин в настоящее время принята классификация горных пород по буримости, включающая 12 категорий. Породы I – IV категории называются мягкими, V – VIII категории – породами средней твердости, IX – X категории – твердыми, XI – XII категории – крепкими. Категории пород по буримости приведены в задании.

Бурение геологоразведочных скважин осуществляется механическим способом, при котором горная порода на забое разрушается под воздействием породоразрушающего инструмента. В зависимости от характера движения породоразрушающего инструмента к механическим способам бурения относятся: вращательное, ударно-вращательное и ударное. Наиболее распространенным является вращательное бурение. Вращательное бурение подразделяется на бескерновое и колонковое.

При бескерновом бурении горная порода разрушается по всей площади забоя, бурение производится без отбора керна. При разведке твердых полезных ископаемых бескерновое бурение применяется на стадии

детальной разведки при проходке верхних, хорошо изученных, слоев пород. Бескерновое бурение позволяет повысить производительность геологоразведочных работ, но обязательно должно сопровождаться геофизическими исследованиями в скважинах.

При колонковом бурении горная порода разрушается по кольцевому забою, а в центре скважины остается ненарушенный столбик породы – керн. Керн используется для изучения структуры и вещественного состава горных пород. Колонковое бурение является основным способом разведки месторождений твердых полезных ископаемых.

Бурение скважин предусматривается колонковым способом кроме интервалов, отмеченных в графе «Особые условия». Если интервал бескернового бурения не указан, то вся скважина бурится колонковым способом

В зависимости от типа выбранного породоразрушающего инструмента бурение подразделяется на ***твердосплавное и алмазное***. Твердосплавное бурение целесообразно применять при бурении мягких и средней твердости пород до VIII категории по буримости. Алмазное бурение применяют при бурении твердых и крепких пород от VI до XII категорий по буримости.

Для повышения производительности при алмазном бурении рекомендуется применять снаряды со съемными кернаприемниками (ССК). Возможность извлечения съемного кернаприемника без подъема колонны бурильных труб позволяет, кроме увеличения выхода керна, значительно сократить затраты времени на непроизводительные спуско-подъемные операции. Однако, из-за высокой стоимости снаряда ССК его применение целесообразно при глубине скважины 500 м и более.

При ударно-вращательном бурении между колонковым набором и низом колонны бурильных труб устанавливается ударный механизм, в результате чего на породоразрушающий инструмент кроме осевого усилия и крутящего момента передаются ударные импульсы. Это способствует повышению

скорости бурения (особенно в хрупких породах), повышению выхода керна и стабилизации направления скважин. В качестве ударных механизмов используется гидроударники и пневмоударники.

Гидроударное бурение рекомендуется применять при бурении скважин глубиной до 1000 м. Из-за увеличенного расхода промывочной жидкости гидроударное бурение целесообразно применять при отсутствии поглощения промывочной жидкости, т.е. в монолитных не трещиноватых породах

Пневмоударное бурение применяется при бурении скважин глубиной до 100-200 м в пустынных регионах, где затруднен подвоз воды, в районах распространения вечномерзлых пород, в условиях активного поглощения промывочной жидкости и при пересечении скважин с горными выработками.

При сооружении скважины можно чередовать различные способы бурения, например, твердосплавное и алмазное, колонковое и бескерновое, вращательное и вращательно-ударное.

Обосновывается компоновка бурильной колонны.

3. ПОСТРОЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИНЫ

Конструкция – характеристика буровой скважины, определяющая ее глубину и направление, диаметр на различных интервалах глубины, количество, диаметр и глубину спуска обсадных колонн.

Исходными данными для построения проектной конструкции разведочной скважины являются: глубина и угол залегания полезного ископаемого, физико-механические свойства и горно-геологические условия залегания пород, выбранный способ бурения.

Глубина скважины приведена в задании, угол наклона скважины к горизонту принимается равным 90^0 (скважины вертикальные).

Определение диаметров скважины на различных интервалах глубины производится снизу вверх, начиная с определения диаметра последнего интервала скважины (конечный диаметр бурения). При бурении разведочных скважин на твердые полезные ископаемые конечный диаметр бурения определяется представительностью керна пробы по полезному ископаемому (*полезное ископаемое – предпоследний слой*) и размерами скважинного геофизического оборудования.

Минимально допустимый диаметр керна, который удовлетворяет требованиям качественного опробования пласта полезного ископаемого и соответственно диаметр скважины, при котором выполняется это условие, приведены в табл.2.1.

Диаметры скважин приведены в диапазоне значений. При выборе конечного диаметра скважины лучше выбирать большее значение, оставляя меньшее в качестве запасного диаметра.

При составлении таблицы исходили из предпосылки, что керна не разрушается в процессе бурения. На самом деле горные породы очень часто находятся в нарушенном состоянии, что затрудняет получение необходимого содержания пробы. Для повышения выхода керна при бурении таких пород

необходимо применять специальные снаряды, имеющие больший диаметр, чем обычные снаряды (см. табл.)

Таблица 2.1.- Минимально допустимый диаметр керна, который удовлетворяет требованиям качественного опробования пласта полезного ископаемого и соответственно диаметр скважины

Генетические типы месторождений и главные промышленные типы руд	Минимально допустимый диаметр керна, мм	Диаметр скважины, мм
Магматические месторождения		
Хромитовые	22	36-59
Титаномагнетитовые	32	46-59
Медно-никелевые жилы	32-42	46-59
Редкометальные	32	59-76
Пегматитовые месторождения		
Редкоземельные	42-60	59-76
Контактово-метасоматические (скарновые) месторождения		
Железные	32	46-59
Молибдено-вольфрамовые	32-60	46-76
Медные	32	46-59
Руды других металлов (Au, Pb, Zn)	32	46-59
Гидротермальные месторождения		
Меднопорфириновые	42	46-59
Медноколчеданные	32	46-59
Медистые песчаники	22	36-46
Сидеритовые	22	36-59
Вольфрамо-молибденовые	32-60	46-76
Оловянные	32-42	46-59
Свинцово-цинковые	32-42	46-59
Сурьмяно-ртутные и мышьяковые	60	59-76
Золотые	22-32	36-59
Урано-ванадиевые	22	36-59
Осадочные месторождения		
Силикатно-никелевые	22-42	36-59
Золотоносные «шляпы»	32	46-59
Бокситы	32-42	46-59

Метаморфогенные месторождения		
Железистые кварциты	32	46-59
Золотоносные конгломераты с ураном	32	46-59

В практике разведочного бурения на рудные полезные ископаемые получение представительных проб обеспечивается при применении следующих минимальных размеров породоразрушающих инструментов:

при бурении алмазными коронками – 46-59 мм;

при бурении твердосплавными коронками – 59-76 мм.

Коронки большего диаметра рекомендуется применять при бурении трещиноватых пород. При бурении по нерудным полезным ископаемым минимальный диаметр бурения 93 мм.

При разведке угольных месторождений в зависимости от типа углей рекомендуются следующие диаметры бурения: по мягким углям – 93 мм, по средним – 76 мм, по плотным – 59 и 76 мм с учетом применения специальных снарядов для получения представительного керна.

При выборе конечного диаметра бурения необходимо также учитывать размеры скважинной аппаратуры для проведения различных исследований (геофизические исследования, инклинометрия, кернометрия и др.).

Минимально допустимые диаметры скважин в зависимости от габаритных размеров применяемой аппаратуры приведены в табл.2.2.

Таблица 2.2.- Минимально допустимые диаметры скважин в зависимости от габаритных размеров применяемой аппаратуры

Виды исследований	Наружный диаметр скважинного прибора, мм	Номинальный диаметр скважины, мм
Радиометрические исследования (ГК, ГГК, ННК, НГК и др.)	28-60	36-76
Магнитометрия	36-40	46
Термокаротаж	36	46
Резистивиметрия	60	76

Инклинометрия	28-70	36-76
Кавернометрия	60-70	76
Радиопросвечивание	36-48	46-59
Амплитудно-фазовые измерения	36-48	46-59
Кернометрия	57-73	59-76

После определения конечного диаметра бурения необходимо: наметить участки, требующие закрепления стенок скважины обсадными трубами; выбрать размеры и наметить глубины спуска обсадных колонн.

Крепления требуют: верхний (первый) интервал всегда; неустойчивые породы (песок, супесь); трещиноватые и кавернозные породы.

Обсадные трубы применяют для крепления устья скважины, предохранения его от размывания, отвода промывочной жидкости в желоба (первая обсадная колонна называется направляющей), для разобщения водоносных горизонтов, закрепления неустойчивых пород и изоляции интервалов, где возможна утечка промывочной жидкости (вторая обсадная колонна называется кондуктором, все следующие – техническими колоннами).

Обсадные трубы в колонну могут соединяться посредством ниппелей или «труба в трубу». Безнипельное соединение труб менее прочное, поэтому применяется для соединения труб диаметром не более 89 мм. Краткая техническая характеристика обсадных труб приведена в табл.2.3.

Таблица 2.3.- Краткая техническая характеристика обсадных труб

Параметры	Показатели ГОСТ 6238-77							
	33,5	44	57	73	89	108	127	146
Наружный диаметр труб, мм	33,5	44	57	73	89	108	127	146
Толщина стенки трубы, мм	3,0	3,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Внутренний диаметр труб, мм	27,5	37	48	63	79	98	117	136
Внутренний диаметр ниппеля, мм	24,5	34	46	62	78	95,5	114,5	134
Длина труб, м	1,5-3,0		1,5-4,5			1,5-6,0		
Масса 1 м гладкой трубы	2,26	3,5	5,83	8,38	10,4	12,7	15,0	17,4

Обсадная колонна выбирается таким образом, чтобы внутренний диаметр ниппелей обсадных труб был больше диаметра расположенного ниже интервала скважины.

Диаметр интервала скважины, в который опускается обсадная колонна, должен быть на 2–5 мм больше наружного диаметра обсадной колонны. В слабосвязанных, неустойчивых, склонных к вспучиванию породах разница диаметров должна составлять 10-20 мм.

Во всех случаях необходимо стремиться к выбору наиболее простой конструкции скважин с применением минимального количества колонн обсадных труб. Это облегчает бурение скважин, сокращает набор инструментов, расход обсадных труб и снижает стоимость работ. Простая конструкция скважины обеспечивает возможность применения высоких частот вращения бурового инструмента. Данные по проектной конструкции скважины сводятся в таблицу 2.4.

Таблица 2.4.-Проектная конструкция скважины

Номер слоя	Интервал, м			Наименование пород	Категория пород по буримости	Конструкция скважины
	от	до	всего			

4. ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН

4.1. Выбор очистного агента

Для очистки забоя скважины от выбуренной породы (шлама), охлаждения породоразрушающего инструмента, привода забойных механизмов и закрепления неустойчивых стенок скважины применяют различные очистные агенты. Они способствуют также предотвращению, а в некоторых случаях и ликвидации осложнений в скважинах в процессе бурения. Для промывки скважин применяют жидкости: техническую воду, глинистые растворы, различные специальные растворы (эмульсионные, аэрированные и др.) и сжатый воздух. Для продувки скважин применяют сжатый воздух.

Техническую вода самый дешевый вид промывочной жидкости. Ее можно применять при бурении устойчивых пород с хорошим выходом керна.

Глинистые растворы применяют при бурении рыхлых, трещиноватых и неустойчивых пород, склонных к обвалам и поглощению промывочной жидкости. Растворы готовят на поверхности из местных глин или глинопорошков, а также непосредственно в скважине при разбурировании глинистых пород (естественные глинистые растворы).

Безглинистые растворы (известковые, кальциевые и др.) используют для бурения в карбонатных породах и в обводненных песчаных отложениях, а также для предотвращения обвалообразований при бурении скважин в глинистых породах.

Эмульсионные растворы получили широкое применение при алмазном бурении. Их использование способствуют: снижению вибрации бурильной колонны; уменьшению самозаклиниваний керна; снижению затрат мощности при бурении; повышению механической скорости бурения за счет более высоких оборотов бурового инструмента. Основой для приготовления этих

эмульсионных растворов в настоящее время являются следующие поверхностно-активные вещества: ЭЛ-4, ЭН-4, Ленол-10 и др.

Полимерные промывочные жидкости позволяют снизить потери промывочной жидкости при бурении в пористых и трещиноватых породах, улучшают качество вскрытия водоносных горизонтов. Полимерные промывочные жидкости представляют собой растворы водорастворимых полимеров: полиакрилонитрила (гипана, К-4, К-9), полиакрилоамида, карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и др.

Солевые растворы применяют при бурении растворимых солей и многолетнемерзлых пород. При проходке соляных толщ необходимо, чтобы химический состав разбуриваемых пород и солевого раствора был одинаковым. При бурении мерзлых пород рекомендуется применять охлажденный водный раствор.

Сжатый воздух используют при бурении многолетнемерзлых и необводненных пород, а также в безводных районах; его подают в скважину с помощью компрессоров.

При бурении скважин со сложным геологическим разрезом могут оказаться эффективными несколько видов очистных агентов.

4.2. Выбор параметров режима бурения

Под параметрами режима вращательного бурения с промывкой (продувкой) подразумевают осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент, частоту его вращения и расход очистного агента. Технико-экономические показатели бурения зависят от правильного выбора совокупности технологических параметров. Параметры режима бурения рассчитываются в зависимости от типа бурения (алмазного, твердосплавного, бескернового) и устанавливаются согласно технической характеристике бурового станка и насоса.

Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент определяется по формуле, кН:

$$P_{oc} = p_o D \quad (4.1)$$

где p_o – удельная нагрузка, кН/м; D – диаметр породоразрушающего инструмента, м.

Рекомендуемые значения удельной осевой нагрузки в зависимости от типа породоразрушающего инструмента и категории горных пород по буримости приведены в табл.4.1.

Таблица 4.1.- Рекомендуемые значения удельной осевой нагрузки в зависимости от типа породоразрушающего инструмента и категории горных пород по буримости

Тип породоразрушающего инструмента	Удельная нагрузка, кН/м			
	Категория пород по буримости			
	I-IV	V-VII	VIII-X	XI-XII
Твердосплавные коронки: ребристые резцовые самозатачивающиеся	60-100	60-100 70-120	100-200	
Алмазные коронки: однослойные импрегнированные			80-160 150-250	250-300
Лопастные долота	50-100			
Шарошечные долота	100-200	200-300	300-500	500-900

Минимальные осевые нагрузки применяются при бурении менее крепких пород, максимальные – при бурении более крепких. При бурении сильнотрещиноватых пород рекомендуется снижать осевую нагрузку на долото на 30 ÷ 40%.

Частота вращения породоразрушающего инструмента определяется по формуле, об/мин:

$$n = 60V / \pi D \quad (4.2)$$

где D – наружный диаметр, м; V - окружная скорость, м/с.

Рекомендуемые значения окружной скорости для различных типов породоразрушающего инструмента приведены в табл.4.2.

Таблица 4.2.- Рекомендуемые значения окружной скорости для различных типов породоразрушающего инструмента

Тип породоразрушающего инструмента	Окружная скорость, м/с			
	Категория пород по буримости			
	I-IV	V-VII	VIII-X	XI-XII
Твердосплавные коронки: ребристые резцовые самозатачивающиеся	1,0-1,5	0,8-1,6 0,6-1,5		
Алмазные коронки: однослойные импрегнированные		1,5-3,0	1,0-2,0 2,5-5,0	2,0-3,0
Лопастные долота	0,8-1,6			
Шарошечные долота	0,8-1,4	1,0-1,4	0,6-1,0	0,5-0,6

Частоту вращения снижают в следующих случаях: в сильно трещиноватых, раздробленных породах из-за повышенного износа коронок и разрушения керна; при бурении перемежающихся пород; при увеличении глубины скважины и увеличении затрат мощности на холостое вращение колонны бурильных труб; при бурении наклонных и сильно искривляющихся скважин; для повышения выхода керна.

Расход промывочной жидкости, подаваемой на забой при колонковом бурении, производится с учетом следующих двух условий очистки скважины от шлама.

1. Из условий эффективной очистки забоя скважины от шлама и охлаждения породоразрушающего инструмента по формуле, л/мин:

$$Q = \kappa D \quad (4.3)$$

где D – наружный диаметр коронки, м; κ – удельный расход промывочной жидкости, л/мин на 1 м диаметра коронки.

Удельный расход жидкости κ в зависимости от свойств пород и способа бурения можно определить по данным табл. 4.3.

Таблица 4.3.- Удельный расход жидкости κ в зависимости от свойств пород и способа бурения

Тип коронки	Удельный расход, л/мин·м			
	Категория пород по буримости			
	I-IV	V-VII	VIII-X	XI-XII
Твердосплавные коронки: ребристые резцовые самозатачивающиеся	1000-1500	800-1200 600-800		
Алмазные коронки			600-900	400-500

При бурении в трещиноватых породах расход промывочной жидкости увеличивается на 50%.

2. Из условий очистки ствола скважины от шлама и выноса разрушенной породы с забоя на поверхность необходимое количество промывочной жидкости определяется по формуле, л/мин:

$$Q = 0.785(D_{\text{скв}}^2 - d_{\text{тр}}^2) \cdot V_{\text{в}} \quad (4.4)$$

где $D_{\text{скв}}$ – диаметр скважины, м; $d_{\text{тр}}$ – наружный диаметр бурильных труб, м; $V_{\text{в}}$ – скорость восходящего потока промывочной жидкости, м/с.

По этой же формуле рассчитывается расход промывочной жидкости при бескерновом бурении.

Для расчетов скорость восходящего потока может быть принята по данным табл. 4.4.

Таблица 4.4.-Рекомендуемая скорость восходящего потока, в зависимости от ПРИ

Вид породоразрушающего инструмента (ПРИ)	Скорость восходящего потока при промывке, м/с	
	водой	глинистым раствором
Лопастные долота	0,8-1,0	0,6-0,8
Шарошечные долота	0,6-0,8	0,4-0,6
Твердосплавные коронки	0,3-0,6	0,2-0,5
Алмазные коронки	0,5-0,8	0,2-0,5

Расчет гидравлических потерь давлений

Указывается величина подачи промывочной жидкости при бурении на проектной глубине по ГТН и производится расчет потерь давления для этой глубины.

а) потери давления в бурильных трубах (p_1):

$$p_1 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda \cdot \rho_1 \cdot Q^2 \cdot L/d^5, \text{ МПа} \quad (4.5)$$

где ρ_1 - (кг/м^3) - плотность закачиваемой в бурильные трубы промывочной жидкости при бурении на проектной глубине,

$\lambda = 0.025$ - коэффициент трения промывочной жидкости о бурильные трубы,

Q - ($\text{м}^3/\text{с}$) - подача промывочной жидкости при бурении на проектной глубине,

L - (м) - проектная глубина скважины, d (м) - внутренний диаметр бурильных труб.

б) Потери давления в кольцевом пространстве между стенками и снарядом (p_2):

$$p_2 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda_2 \cdot \rho_2 \cdot Q^2 \cdot (L / (D + d)^2 \cdot (D - d)^3), \text{ МПа} \quad (4.6)$$

где $\lambda_2 = 0.03$ - коэффициент трения промывочной жидкости о буровой снаряд и породы стенок скважины,

$\rho_2 = \rho_1 + (10-30)$ - плотность восходящего потока обычных буровых растворов.

$\rho_2 = \rho_1 + (40-60) \text{ кг/м}^3$ - плотность восходящего потока специальных и утяжеленных буровых растворов.

D - (м) - диаметр скважины, м; d (м) - наружный диаметр бурильных труб.,

в) Потери давления в элементах соединения бурильных труб (p_3):

$$p_3 = 8,12 \cdot 10^{-7} \cdot \zeta \cdot \rho_1 \cdot (Q^2/d_0) \cdot n_c, \text{ МПа} \quad (4.7)$$

где $\zeta = \alpha [(d_1/d_2)^2 - 1]$ - коэффициент местных сопротивлений, зависит от типа соединения бур. труб, $\alpha = 5$ - для ниппельного соединения, $\alpha = 2$ - для муфтово-замкового соединения,

d_0 - (м) - диаметр проходного отверстия элементов соединения бурильных труб,

n_c ~ количество элементов соединения в бурильной колонне,

$n = L / l_{св}$ - для муфтово-замкового соединения

$l_{св}$ - длина свечи, м

$n = L / l$ - для ниппельного соединения

l - длина трубы, м

г) $p_4 = 0,08 \text{ МПа}$ — потери давления в колонковом наборе,

д) $p_5 = 0,5 \text{ МПа}$ — потери давления при заклинивании керна,

е) $p_6 = 0,17 \text{ МПа}$ - потери давления в нагнетательном шланге и буровом сальнике,

ж) Общие гидравлические потери давления:

$$P_r = K (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6) \text{ МПа}, \quad (4.8)$$

Где $K = 1,3 - 1,5$ - коэффициент зашламования.

При бурении гидроударниками в сумму, заключенную в скобки, следует добавить перепад давления гидроударников.

Полученный по формуле результат сравнивается с возможностями насоса, входящего в комплект выбранной буровой установки и делается соответствующее заключение, удовлетворяет ли он условиям бурения проектируемых скважин.

4.3. Мероприятия по повышению выхода кернa

При бурении геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые керн и шлам являются основными источниками информации.

Для изучения геологического строения того или иного месторождения требуется получение кернового материала в необходимом количестве и нужного качества. В процессе бурения и извлечения керн разрушается, что снижает достоверность опробования полезного ископаемого.

Показатель полноты извлечения керновой пробы называется выход кернa и определяется по формуле:

$$K = (L_k/h_{скв})100\% \quad (4.9)$$

где L_k – длина кернa, извлеченного за 1 рейс, м; $h_{скв}$ – длина рейса, м (интервал скважины, пробуренный от спуска до подъема колонкового набора).

На выход кернa оказывает отрицательное воздействие ряд факторов.

Геологические факторы:

- разрушение и истирание мягких прослоев и участков;
- разрыхление или уплотнение пород;
- растворение или выщелачивание минералов;
- растепление мерзлых пород.

Технические факторы:

- деформация и механическое разрушение кернa;
- размывание кернa;
- уменьшение диаметра кернa и его прочности.

Технологические факторы:

- механическое разрушение кернa за счет вибрации;

- растворение керна в промывочной жидкости;
- выпадение керна при расхаживании снаряда;
- потери керна при его подъеме.

Для снижения отрицательного воздействия перечисленных факторов используются технологические мероприятия и технические средства повышения выхода керна.

Технологические мероприятия: применение обратной схемы промывки; снижение частоты вращения бурового снаряда; снижение расхода промывочной жидкости; бурение укороченными рейсами.

К техническим средствам повышения выхода керна относятся двойные колонковые наборы, краткая техническая характеристика которых приведена в табл.4.5.

Для бурения по монолитным и слаботрещиноватым породам VII-XI категорий используются двойные колонковые наборы ТДН-У; для бурения по среднетрещиноватым породам VII-IX категорий используются двойные колонковые наборы ТДН-УТ; для бурения трещиноватых пород VI-XI категорий используются двойные колонковые наборы ТДН-2; для бурения сильнотрещиноватых и раздробленных пород VI-X категорий по буримости – двойные колонковые наборы ТДН-4, двойные колонковые наборы с обратной промывкой ТДН-5, снаряды с призабойной обратной циркуляцией, двойные эжекторные колонковые наборы ДЭС и одинарные эжекторные снаряды ОЭС; для бурения мягких пород I-IV категорий по буримости используются двойные колонковые наборы ДТА-2, Донбасс НИЛ I (II, III).

При разведке месторождений полезных ископаемых широко применяют способ бурения, при котором керн транспортируется на поверхность в восходящем потоке промывочной жидкости по колонне бурильных труб (комплекс КГК). Наиболее эффективно бурение с гидротранспортом керна

применяется в породах I-IV категорий по буримости с пропластками более твердых пород VI-VII, иногда VIII и IX категорий по буримости.

К двойным колонковым наборам относятся снаряды со съемным керноприемником ССК и КССК. Возможность извлечения внутренней трубы без подъема труб позволяет кроме увеличения выхода керна значительно повысить производительность бурения.

Таблица 4.5.- Технические средства повышения выхода керна

Тип двойного колонкового снаряда	Тип коронки и расширителя	Диаметр коронки		Краткая характеристика пород
		наружн.	внутр.	
ТДН-46-У ТДН-59-У		46 59	34 45	Монолитные и слаботрещиноватые породы VIII-XII категорий
ТДН-46УТ ТДН-59УТ ТДН-76УТ	КУТ, КУТИ КУТВ, 18АЗ 19АЗГ, РУТ	46 59 76	31 42 58	Монолитные и среднетрещиноватые породы, неоднородные и перемежающиеся по твердости VII-XII категорий
ТДН-46-2 ТДН-59-2 ТДН-76-2	10АЗ, 11ИЗ РДТО	46 59 76	28 38 52	Неоднородные, трещиноватые и раздробленные породы
ТДН-59-0 ТДН-76-0 ТДН-93-0	КДТО РДТО	59 76 93	34 46 66	Трещиноватые, раздробленные и слабосвязанные породы VI-X категорий
ССК-46 ССК-59 ССК-76	К-90, Р-03 К-01, РСА КАСК,РАСК	46 59 76	24 35,4 48	Плотные среднетрещиноватые породы VI-X категорий
КССК-76	17А4, К-16 К-30, РЦК	76	40	Перемежающиеся по твердости, абразивные трещиноватые породы VI-XI категорий
ОЭС-57 ОЭС-73 ДЭС-73 ДЭС-89	ОЭИ, 16И4 16И4, ОЭИ ДЭА, ДЭИ ДЭА	59 76 76 93	39 56 47 59	Сильнотрещиноватые, раздробленные, сланцеватые, перемежающиеся по твердости и хрупкие породы V-XI категорий
ТДН-76-4	КДТ-4	76	46	Сильнотрещиноватые и размываемые хрупкие породы VI-IX категорий
Донбасс-НИЛ-I,II,III ДТА		76 93		Угольные пласты, неоднородные, перемежающиеся по твердости, слабосвязанные, трещиноватые породы
КГК-100	КГ-76МС	76		Слабосвязанные и пластичные породы

КГК-300	КГ-84МС	84		II-IV категорий с пропластками пород VIII-IX категорий
	КГ-93М	93		

Комплексы технических средств ССК предназначены для бурения геологоразведочных скважин диаметром 46-76 мм глубиной до 1000-1200 м в монолитных, слаботрещиноватых и трещиноватых породах VII-X категории по буримости. Комплекс ССК рекомендуется использовать с буровыми станками с высокими частотами вращения шпинделя и с промывочными насосами, имеющими жесткое ступенчатое регулирование расхода промывочной жидкости.

Комплекс КССК предназначен для бурения скважин диаметром 76 мм в породах V-IX категорий по буримости. Применение КССК возможно до глубины 2000 м. Выбор оптимальных параметров режима бурения аналогичен выбору параметров при обычном алмазном бурении.

Значения выбранных параметров не должны превышать приведенных в табл.4.6.

Таблица 4.6.- Технические параметры режима бурения ССК и КССК

Параметры режимов бурения	ССК-46	ССК-59	ССК-76	КССК-76
Частота вращения, об/мин	2000	1600	1200	1000
Осевая нагрузка, кН, не более	12	17	22	25
Расход пром. жидкости, л/мин	7	15	25	30
Максимальная глубина бурения, м	1000	1200	1200	2000

Промывочные насосы для бурения со снарядами ССК должны обеспечивать относительно высокое давление и небольшой расход промывочной жидкости. Система подачи промывочной жидкости должна быть жесткой, без сбрасывания излишнего количества ее в отводной рукав.

Для перебуривания угольных пластов используется в комплексе снаряда КССК съемный керноприемник «Конус». Для свинчивания и развинчивания бурильных труб снарядов ССК используются специальные гладкозахватные ключи.

4.4. Мероприятия по поддержанию заданного направления скважины

Полностью предупредить искривление скважин, происходящее под влиянием геологических и технологических причин, невозможно, так как эти причины действуют постоянно по всей длине ствола скважины, однако можно значительно снизить их влияние. Предупредительные меры борьбы с искривлением скважин должны быть направлены, в основном, на устранение причин технологического характера и на уменьшение степени влияния геологических причин.

Для снижения интенсивности естественного искривления скважин под воздействием геологических факторов применяются следующие способы:

1. Заложение скважин с оптимальными начальными углами с учетом конкретных геолого-структурных условий.
2. Применение специальных компоновок низа бурильной колонны;
3. Использования рациональных параметров режима бурения, при которых интенсивность естественного искривления минимальна;
4. Применения породоразрушающего инструмента с плоской формой торца или специальных коронок с небольшим выходом резцов за периметр инструмента и со слабой фрезерующей способностью.
5. Применения комбинированных или специальных способов бурения.
6. Применения отклонителей для направленного искривления ствола.

5. ВЫБОР БУРОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Бурение разведочных скважин производится установками, в состав которых входят: буровой станок, насос и их привод (электродвигатели или двигатели внутреннего сгорания), буровая вышка или мачта, транспортная база, буровое здание, система очистки промывочной жидкости, КИП.

Выбор бурового оборудования определяется проектной конструкцией скважины, способом бурения, параметрами бурового инструмента, а также требованиями к транспортабельности буровой установки.

Для вращательного бурения колонковым способом применяются станки со шпиндельными или подвижными вращателями, оборудованные гидравлическим механизмом подачи, что позволяет создавать необходимую осевую нагрузку на забой при любой глубине и направлении скважины. Основные параметры буровых установок, серийно выпускающихся в России, приведены в приложении В.

На основании проектной глубины скважины, выбранного конечного диаметра и способа бурения производится выбор буровой установки и оборудования, входящего в ее состав.

Проверочные расчеты мощности двигателей, приводящих в действие буровую установку

1. Указывается тип привода установки /групповой, индивидуальный, комбинированный/ и вид используемой энергии.

2. Производится расчет мощности, затрачиваемой на бурение:

а) Мощность на разрушение породы при бурении определяется по формуле:

$$N_{\text{заб}} = 18 \cdot 10^{-4} \cdot f \cdot C \cdot n \cdot (D + D_1), \text{ кВт} \quad (5.1)$$

Где $f = 0,025$ - коэффициент трения снаряда о породу,

$C = \text{кН}$ - осевая нагрузка при бурении на проектной глубине,

$n = \text{с}^{-1}$ - частота вращения снаряда при бурении на проектной глубине,

$D = m$ - наружный диаметр коронки,

б) Если бурение производится без отбора керна, то забойная мощность определяется по формуле:

$$N_{\text{заб}} = N_0 \cdot F, \text{ кВт} \quad (5.2)$$

Где $N_0 = (0.1 - 0.15) \cdot 10 \text{ кВт/м}^2$ - удельный расход,

F - площадь забоя скважины, м^2

в) Мощность на холостое вращение бурового снаряда в скважине:

$$N_{\text{хв}} = 55,8 \cdot 10^{-4} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot (0,9 + 20 \delta) \cdot K_4 \cdot q \cdot d \cdot n^{1,83} \cdot L^{0,75}, \quad (5.3)$$

Где K_1 - коэффициент, учитывающий тип соединения бурильных труб,

(при ниппельном соединении = 1, при муфтово-замковом = 1.3);

K_2 - коэффициент, учитывающий вид промывочной жидкости,

(для воды = 1, для эмульсии = 0.4 - 0.6, для глинистого раствора = 1.1 - 1.3);

K_3 - коэффициент, учитывающий характер стенок скважины,

(при простых разрезах = 1, при сложных разрезах = 1.5 - 2);

K_4 - коэффициент, учитывающий материал бурильных труб, (для СБТ = 1, для ЛБТ = 0.75)

$\delta = (D-d)/2$ - зазор между стенками скважины и бурильными трубами,

q = кг/м - масса 1 м бурильных труб,

d = м - диаметр бурильных труб,

n = с^{-1} - частота вращения снаряда,

L = м - глубина скважины,

г) Дополнительные затраты мощности определяются по формуле:

$$N_{\text{доп}} = 8 \cdot 10^{-5} \cdot C \cdot n, \text{ кВт} \quad (5.4)$$

Где C кН - осевая нагрузка,

n с^{-1} - частота вращения снаряда,

д) Мощность на вращения снаряда в процессе бурения определяется по формуле:

$$N_{\text{Б}} = (N_{\text{заб}} + N_{\text{хв}} + N_{\text{доп}}) / n, \text{ кВт} \quad (5.5)$$

Где $n = 0,8$ - КПД передач,

е) Мощность, необходимая на подъем снаряда из скважины определяется:

$$N_{\text{п}} = (Q_{\text{кр}} \cdot U_{\text{р}}) / 1000 \cdot m \cdot n, \text{ кВт} \quad (5.6)$$

Где $Q_{\text{кр}} = H$ - нагрузка на крюк,

$U_{\text{р}}$ м/с - скорость навивки каната на барабан лебедки,

m - количество рабочих струн талевого системы,

$n = 0,8$ - КПД передачи

Результаты, полученные расчетами, сравниваются с мощностью двигателя буровой установки и делается соответствующее заключение. Приводится техническая характеристика этого двигателя.

После выбора буровой установки определяется марка буровой мачты, входящей в комплект буровой установки.

Приводится ее техническая характеристика и определяется длина буровой свечи по формуле:

$$l_{\text{св}} = H / k, \text{ м} \quad (5.7)$$

где H (м) – высота вышки /мачты/ из её технической характеристики;

$k = 1,2 - 1,3$ - коэффициент переподъема.

Определяется нагрузка на крюк при подъеме снаряда с проектной глубины скважины:

$$Q_{\text{кр}} = k \cdot \alpha \cdot g \cdot q \cdot L (1 - \rho_{\text{б.р}} / \rho_{\text{ст}}) (\cos \theta + f \sin \theta), \text{ Н} \quad (5.8)$$

Где $k = 1,3-1,5$ - коэффициент прихвата,

α - коэффициент утяжеления бурильных труб с элементами, их соединяющими.

Следует принимать: для ниппельного соединения = 1,05,

для муфтово-замкового соединения = 1,1.

q кг/м - масса 1 м бурильных труб, принимается из таблицы в соответствии с типом бурильных труб и их диаметром.

$\rho_{\text{б.р}}$ - плотность бурового раствора,

$\rho_{\text{ст}}$ - плотность материала бурильных труб. Для СБТ $\rho_{\text{ст}} = 7850 \text{ кг/м}^3$.

Для ЛБТ $\rho_{ал} = 4850 \text{ кг/м}^3$.

θ - (градус) - зенитный угол, ожидаемый в средней части ствола скважины.

$f = 0,3-0,5$ -коэффициент трения бурильной колонны о породу

Затем определяется необходимое количество рабочих ветвей талевого каната:

$$m = Q_{кр} / P_{л} \eta, \quad (5.9)$$

где $Q_{кр}$ - нагрузка на крюк талевой системы, определенная выше.

$P_{л}$ - грузоподъемность лебедки из характеристики выбранной буровой установки

$\eta = 0,9$ - КПД талевой системы.

Полученный по формуле результат округляется до целой величины в большую сторону, если он получен с десятистыми долями и в меньшую сторону, если с сотыми долями.

Далее выбирается тип талевой системы (простейшая, несимметричная, симметричная) и в приложении вычерчивается на схеме.

Затем определяется общее количество ветвей талевого каната.

$m_o = m + 1$ - для простейшей и несимметричной талевой системы.

$m_o = m + 2$ - для симметричной талевой системы.

Определяется общая нагрузка на вышку (мачту) при извлечении снаряда с проектной глубины скважины.

а) для простейшей талевой системы:

$$Q_o = 2Q_{кр}, \text{ Н} \quad (5.10)$$

б) для несимметричной талевой системы:

$$Q_o = Q_{кр} (1 + (1 / m \eta)), \text{ Н} \quad (5.11)$$

в) для симметричной талевой системы:

$$Q_o = Q_{кр} (1 + 2 / m \eta), \text{ Н} \quad (5.12)$$

Определяется необходимая грузоподъемность вышки (мачты).

$$P_v = 1.5 \cdot Q_o, \text{ Н} \quad (5.13)$$

Полученный результат сравнивается с грузоподъемностью принятой вышки /мачты/ из ее характеристики и делается заключение о соответствии вышки /мачты/ условиям проектируемых работ.

Выбор талевого каната.

Талевый канат выбирается по длине, диаметру, типу, конструкции и свивке.

1. Определяется необходимая длина талевого каната:

$$L_K = H \cdot m_0 + 5\pi \cdot D_6, \text{ м} \quad (5.14)$$

Где m_0 - общее количество ветвей талевого каната,

H - высота вышки (мачты),

D_6 - диаметр барабана лебедки принимаемый из характеристики буровой установки.

Полученный результат округляется до целого числа в большую сторону.

2. Выбирается канат по диаметру:

а) Определяется разрывное усилие талевого каната

$$P_P = P_L \cdot n_T, \text{ кН} \quad (5.15)$$

Где $P_L = \text{кН}$ - грузоподъемность лебедки буровой установки,

$n_T = 6$ - расчетный запас прочности каната.

б) Пользуясь таблицами по расчетному разрывному усилию подбирается канат и выписываются параметры его характеристики:

$\sigma_{вр}$ (МПа) - временное сопротивление материала проволок каната на разрыв

$P_p \Phi$ - фактическое разрывное усилие каната в кН.

Где D_k = диаметр каната, мм;

δ мм – диаметр одной проволоки каната, мм

f (мм²) - площадь сечения всех проволочных канатов, тип конструкции каната, свивка каната,

в) Выбранный канат проверяется на фактический запас прочности.

Фактический запас прочности проверяется по формуле:

$$n_\Phi = \sigma_{вр} / [P_L / F + c \cdot E \cdot \delta / D_6], \quad (5.16)$$

где $\sigma_{вр}$ = МПа- временное сопротивление материала проволок каната разрыву;

$F = \text{м}^2$ - площадь сечения всех проволок каната;

$P_{л} = \text{Н}$ - грузоподъемность лебедки;

$c = 0,4$ - коэффициент, учитывающий действие на канат напряжения кручения;

$E = \text{Па}$ - модуль продольной упругости материала проволок каната;

$\delta = \text{м}$ - диаметр проволоки каната;

$D_{б} = \text{м}$ - диаметр барабана лебедки.

Если полученный запас прочности $n_{ф}$ отвечает требованию "Правил безопасности на геологоразведочных работах" не менее **3-х**, то следует указать что канат выбран правильно.

6. ВЫБОР БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Буровой инструмент для бурения скважин подразделяется на технологический, вспомогательный и аварийный. Технологический инструмент является основным инструментом для бурения скважин. Вспомогательный инструмент предназначен для обслуживания технологического инструмента, аварийный инструмент предназначен для ликвидации аварий при бурении.

6.1. Выбор технологического инструмента

К технологическому инструменту относятся буровой снаряд и буровой сальник. В состав бурового снаряда для бескернового бурения входит породоразрушающий инструмент, переходник, колонна бурильных труб и ведущая труба. В состав бурового снаряда для колонкового бурения входят: колонковый набор, колонна бурильных труб и ведущая труба.

Выбор породоразрушающего инструмента для бескернового бурения.

В качестве породоразрушающего инструмента при бескерновом бурении применяются различные типы долот – лопастные, шарошечные и алмазные. Выбор типа долота зависит от физико-механических свойств горных пород. Диаметр долот, применяющихся при геологоразведочном бурении, соответствует диаметру коронок, приведенному в табл.6, что позволяет чередовать колонковый и бескерновый способ при бурении скважины.

Лопастные долота применяют в мягких породах I-IV категорий по буримости. Лопастные долота (двух или трехлопастные) выпускается диаметром 76 ÷ 151 мм.

Шарошечные долота (двух- и трехшарошечные) при бурении геологоразведочных скважин используют для проходки мягких, средней твердости, твердых и очень твердых пород. Наиболее широко применяют следующие типы шарошечных долот: М – по мягким породам I-IV категорий по буримости; С – по породам средней крепости IV-VII категорий по

буримости; Т – по твердым породам VII-IX категорий по буримости; К и ОК (штыревые) – для бурения крепких и очень крепких пород IX-XI категорий.

Кроме перечисленных для бурения перемежающихся пород применяют следующие типы долот: КС – для бурения мягких пород с включением пород средней твердости IV-V категорий по буримости; СТ – для бурения пород средней твердости с включениями твердых пород VI-IX категорий по буримости; ТК – для бурения твердых пород с включениями очень твердых (крепких) пород IX-XI категорий по буримости.

Алмазные долота предназначены для проходки небольших интервалов скважин без отбора керна при направленном и многоствольном бурении в твердых и очень твердых породах VIII-XI категорий по буримости. Они бывает однослойными 06А3, 09А3 и импрегнированными типа 08ИЗ. Диаметры долот 46 - 76 мм.

Выбор породоразрушающего инструмента для колонкового бурения.

В качестве породоразрушающего инструмента для колонкового бурения применяют твердосплавные и алмазные коронки. Коронки входят в состав колонкового набора. Твердосплавные коронки используют для бурения мягких и средней твердости пород I-VIII и частично IX категорий по буримости (при отсутствии кварца). Алмазные коронки используются при бурении твердых и крепких пород VI – XII категории по буримости. Размеры стандартных коронок для одинарных колонковых наборов приведены в табл.6.1.

Таблица 6.1.- Размеры стандартных типов буровых коронок для одинарных колонковых наборов

Наружный диаметр коронок, мм	Внутренний диаметр коронок, мм		
	Твердосплавные коронки		Алмазные коронки
	типа М	типа СМ, СТ, СА	
46	–	31	31
59	–	44	42
76	–	59	59

93	57	75	73
112	73	94	92*
132	92	114	–
151	112	133	–

Для бурения мягких пород I-IV категорий по буримости применяют ребристые коронки типа М, изготавливаемые в двух модификациях: М5 и М6. Коронки модификации М5 предназначены для бурения мягких однородных пород I-IV категорий по буримости; М6 – для бурения мягких неоднородных по строению пород, II-IV категорий по буримости, перемежающихся по твердости с включениями щебенчато-галечных отложений V-VI категорий.

Для бурения малоабразивных пород средней твердости IV-VII категорий по буримости применяются коронки типа СМ и СТ: СМ4 для бурения монолитных и перемежающихся горных пород V-VI категорий и частично VII категории по буримости; СМ6 для бурения монолитных и трещиноватых горных пород VI-VII категорий по буримости; СТ2 для бурения малоабразивных трещиноватых и перемежающихся горных пород с твердыми включениями IV-VI категорий по буримости.

Для бурения абразивных пород средней твердости применяются твердосплавные коронки типа СА: СА4 для бурения монолитных и слаботрещиноватых горных пород VI-VIII и частично IX категорий по буримости; СА5 и СА6 для бурения монолитных и перемежающихся горных пород VI-VIII и частично IX категорий.

Твердосплавные коронки для бурения гидроударными и пневмоударными машинами выпускаются серийно и отличаются от обычных твердосплавных коронок. Для гидроударного бурения выпускаются коронки типа КГ диаметром 59-115 мм, для пневмоударного бурения – коронки типа КП, КПД, КПС диаметром 96-153 мм.

Для бурения пород VIII-XII категорий по буримости целесообразно применять алмазные коронки. Их выпускают однослойными и импрегнированными. Однослойные коронки армируют наиболее крупными алмазами от 2-5 до 40-60 шт./кар. и используют для бурения пород VIII-X категорий. Импрегнированные коронки армированы объемными алмазами зернистостью 90-600 шт./кар. и подрезными зернистостью 30-60 шт./кар. Их используют для бурения пород IX-XII категорий.

Характеристика алмазной коронки отражена в маркировке, например, 01А3, 02И4, 16А3.

01 (0,2 ... и т.д.) – порядковый номер конструкции коронки, характеризует форму торца матрицы;

А (И) – тип коронки – однослойная (импрегнированная);

3 (4, 5) – твердость матрицы (3 – нормальная для бурения в плотных монолитных мало- и среднеабразивных породах; 4 – твердая для бурения в среднеабразивных и абразивных, плотных, монолитных, а также трещиноватых породах; 5 – очень твердая для бурения в очень твердых трещиноватых, весьма абразивных породах).

В практике геологоразведочного бурения наиболее широко применяются следующие типы алмазных коронок: однослойные – 01А3, 01А4, 04А3, 07А3, 14А3, 15А3, 16А3 для бурения горных пород VII-XI категорий по буримости; импрегнированные – 02И3, 02И4, 03И5, которые используются для бурения соответственно малоабразивных, абразивных и сильно абразивных горных пород IX-XII категорий по буримости. Коронки 01А3СВ, 01А4СВ, 02И3СВ, 02И4СВ, 15А3СВ армируются синтетическими алмазами.

Выбор элементов колонкового набора.

Кроме породоразрушающего инструмента в состав колонкового набора входят: кернорватели, алмазные расширители, колонковые трубы, переходники.

Кернорватели предназначены для отрыва и удержания керна при подъеме колонкового набора из скважины и устанавливаются между коронкой и

колонковой трубой. При алмазном бурении для калибровки стенок скважины, повышения износостойкости алмазных коронок и стабилизации работы бурового снаряда применяются алмазные расширители. Алмазный расширитель выполняет также роль кернорвателя.

Колонковые трубы, входящие в состав одинарных колонковых наборов, выпускается по тому же стандарту, что и обсадные трубы ниппельного соединения. В табл.6.2 приведены диаметры колонковых труб в зависимости от диаметра и типа коронок.

Таблица 6.2.- диаметры колонковых труб в зависимости от диаметра и типа коронок.

Наружный диаметр коронок	Диаметр колонковых труб, мм	
	Алмазные коронки, твердосплавные коронки типа СМ, СТ, СА	Твердосплавные коронки типа М
36	33,5	–
46	44	–
59	57	–
76	73	–
93	89	73
112	108	89
132	127	108
151	146	127

Переходник служит для соединения колонкового набора с колонной бурильных труб.

Состав колонкового набора выбирается для каждого интервала бурения скважины.

Для колонкового бурения в монолитных и слаботрециноватых породах, где плановый выход керна достигается без использования специальных технических средств, применяются одинарные колонковые наборы. Одинарный колонковый набор состоит из породоразрушающего инструмента, кернорвателя, колонковой трубы, переходника, иногда в состав

колонкового набора включается шламовая труба. При алмазном бурении в состав колонкового набора рекомендуют включать алмазный расширитель. Колонковые наборы для бурения в сложных геологических условиях рассмотрены ранее.

Выбор бурильных труб.

При геологоразведочном бурении используются следующие типы бурильных труб (краткая характеристика их приведена в таблице 6.3): стальные бурильные трубы с приваренными замками; легкосплавные бурильные трубы ТБЛ; утяжеленные бурильные трубы ТБУ (ГОСТ Р 515100).

Таблица 6.3.- краткая характеристика бурильных труб

Обозначение трубы	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Наружный диаметр замков или муфт, мм	Длина одной трубы	Масса 1 м трубы с соединениями, кг/м
Стальные трубы с муфтово-замковым соединением					
СБТ-42	42	5	50	3-6	4.16
СБТ-50	50	5	65	3-6	5.06
СБТ-54	54	5	64	3-6	5.5
СБТ-60.3	60.3	5	70	3-6	6.82
СБТ-63	63	5	73	3.6	7.05
Стальные бурильные трубы с приваренными замками ТБСУ					
ТБСУ-43	43,0	4,5	43,5	1,7 – 4,7	15,0
ТБСУ-55	55,0	4,5	55,5	1,7 – 4,7	21,1
ТБСУ-63,5	63,5	4,5	64,0	1,7 – 6,2	25,5
ТБСУ-70	70,0	4,5	70,5	1,7 – 6,2	28,3
ТБСУ-85	85,0	4,5	85,5	1,7 – 6,2	37,6
Легкосплавные бурильные трубы ТБЛ					
ТБЛ-43	43,0	7,0	43,5	1,7 – 4,7	9,0

ТБЛ-55	55,0	9,0	55,5	1,7 – 4,7	15,0
ТБЛ -63,5	64,0	9,0	64,0	1,7 – 6,2	18,8
ТБЛ-70	70,0	9,0	70,5	1,7 – 6,2	21,2
ТБЛ-85	85,0	9,5	85,5	1,7 – 6,2	29,3
Утяжеленные бурильные трубы ТБУ					
ТБУ-57	57,0	12,0	57,5	1,7 – 6,2	13,4
ТБУ-73	73,0	19,0	73,5	1,7 – 6,2	25,0
ТБУ-89	89,0	22,0	89,5	1,7 – 6,2	36,0
ТБУ-108	108,0	26,0	108,5	1,7 – 6,2	52,0

Выбор бурильных труб зависит от конструкции скважины, конечного диаметра и способа бурения.

Ориентировочное значение диаметра бурильных труб можно определить из соотношения:

$$d_{\text{БТ}} \approx 0,9 D_{\text{СКВ}}, \text{ мм} \quad (6.1)$$

где: $d_{\text{БТ}}$ - диаметр бурильных труб; $D_{\text{СКВ}}$ – диаметр скважины.

При выборе бурильных труб необходимо учитывать, что легкосплавные бурильные трубы ниппельного соединения нельзя использовать в скважинах, имеющих ступенчатую конструкцию.

В процессе эксплуатации бурильные трубы несут большие напряжения и поэтому являются причиной аварий. Поэтому всегда производят проверочные расчеты бурильных труб в верхнем сечении колонны

а) Напряжение растяжения при подъёме бурового снаряда с проектной глубины скважины определяются по формулам :

$$\sigma_p = Q_{\text{кр}} / F, \text{ Па} \quad (6.2)$$

$$F = 0,785(D^2 - d^2), \text{ м}^2 \quad (6.3)$$

$$Q_{\text{кр}} = k \cdot \alpha \cdot q \cdot g \cdot L (1 - p_{\text{ж}} / p_{\text{м}}), \text{ Н} \quad (6.4)$$

где: k - коэффициент прихвата бурового снаряда шламом;

α - коэффициент веса, за счёт их соединения

g - ускорение свободного падения;

q - масса 1м бурильных труб;

L - проектная глубина скважины;

F площадь сечения бурильной трубы;

$\rho_{ж}$ - плотность бурового раствора;

$\rho_{м}$ - плотность материала бурильных труб.

б) Напряжение растяжения в процессе бурения:

$$\sigma_p = (Q - C) / F, \text{ Па} \quad (6.5)$$

$$Q = Q_{кр} / k, \text{ Па} \quad (6.6)$$

где: k - коэффициент прихвата.

в) Напряжение кручения.

$$\tau = 810,6 \cdot N_6 \cdot d / (D^4 - d^4) n, \text{ Па} \quad (6.7)$$

где: N_6 - мощность на бурение;

$D - d$ - наружный и внутренний диаметр бурильных труб; (м)

n^{-1} - частота вращения снаряда на проектной глубине. (с)

г) Суммарное напряжение.

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_p^2 + 4 \cdot \tau^2}; \text{ Па} \quad (6.8)$$

4. Запас прочности бурильных труб:

$$n_3 = [\sigma_T] / \sigma_v, \quad (6.9)$$

где $[\sigma_T] = \text{МПа}$ - предел текучести материала бурильных труб при растяжении;

Если запас прочности превышает минимально допустимый, равный 1,7, бурильные трубы нагрузку выдержат.

Утяжеленные бурильные трубы, включаемые в нижнюю часть бурильной колонны, служат для создания необходимой осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент, улучшения условий работы бурильной колонны, уменьшения искривления скважин. Применяется, в основном, при

бескверновом бурении. Длина колонны УБТ определяется в зависимости от осевой нагрузки:

$$L_{УБТ} = 1.25 P_{ос} / g_{УБТ} (1 - \rho_{б.р} / \rho_{ст}) \cos \theta_{Ср}, \text{ м} \quad (6.10)$$

где $L_{УБТ}$ – длина УБТ, м;

$P_{ос}$ – осевая нагрузка, м;

$q_{УБТ}$ – вес 1 м УБТ, н/м;

$\rho_{ж}$ – плотность очистного агента, кг/м³;

$\rho_{ст}$ – плотность материала труб, кг/м³;

$\theta_{Ср}$ – средний зенитный угол, град.

6.2. Выбор вспомогательного и аварийного инструмента

Для сборки и разборки технологического инструмента применяются следующие разновидности вспомогательного инструмента:

- 1) ключи короночные;
- 2) ключи шарнирные для обсадных и колонковых труб;
- 3) ключи шарнирные для бурильных труб;
- 4) вилки подкладные;
- 5) хомуты шарнирные;
- 6) специальные опоры для сборки колонковых наборов;
- 7) труборазвороты типа РТ-1200 для свинчивания-развинчивания бурильных свечей.

Для обеспечения спуско-подъемных операций применяются следующие виды вспомогательного инструмента:

- 1) элеваторы с кольцевым фиксатором для осуществления спуско-подъемных операций при небольшой глубине и работе «на вынос»;
- 2) полуавтоматические элеваторы типа МЗ 50-80-2, ЭН2-20 в комплекте с наголовниками стержневого типа, элеваторы Урал-2, Урал-12, Э18/50 при использовании бурильных труб с кольцевыми проточками в муфте замка.

Необходимо подобрать вспомогательный инструмент, необходимый для обеспечения процесса бурения скважины.

Аварийный инструмент, предназначенный для ликвидации аварий в процессе бурения, подразделяется на ловильный, режущий и силовой.

Для извлечения из скважины элементов бурильной колонны применяются следующие виды ловильного инструмента: метчики, колокола, труболовки, ловушки секторов матриц, магнитные ловители. Для обработки места обрыва бурильных труб и разрушения оставленных в скважине элементов колонкового набора применяется режущий инструмент: фрезеры и труборезы. Для извлечения из скважины прихваченного или заваленного инструмента применяется силовой инструмент: домкраты и вибраторы.

7. СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАРЯДА

Геолого-технический наряд (ГТН) составляют на основании: проектной конструкции скважины; выбранного бурового оборудования и инструмента; разработанной технологии бурения; проведения необходимых специальных работ в скважине. Геолого-технический наряд является обязательным документом к исполнению буровыми бригадами. Его составляют на бурение каждой скважины и вывешивают в буровом здании для руководства и исполнения заданных в нем параметров. ГТН составляют геолог и технический руководитель буровых работ ГРЭ или ГРП и подписывают его. Утверждает ГТН главный инженер геологоразведочной экспедиции или партии. В геолого-техническом наряде должны быть предусмотрены и отражены проектные и фактические данные по всем позициям наряда. Фактические данные систематически записывают в наряд буровой мастер и геолог, по мере углубления скважины.

Форма геолого-технического наряда (за вычетом позиций, отражающих фактические результаты бурения) приведена в приложении Г.

8. ЛИКВИДАЦИЯ СКВАЖИН

После окончания бурения и проведения необходимых исследований каждая скважина должна быть закрыта (ликвидирована). Работа по ликвидации скважин предусматривают следующие цели: необходимо исключить обводнение продуктивных горизонтов пластовыми водами, что очень важно при последующей добыче полезных ископаемых, а также предотвратить смешение вод различных водоносных горизонтов. Последнее играет большую роль по охране от загрязнения многих водоносных горизонтов, если учесть, что во многих местах верхние водоносные горизонты уже являются загрязненными. При пересечении скважиной напорных водоносных горизонтов происходит самоизлив воды, а это приводит к большим тратам водных запасов.

Разрешение на закрытие скважины дает геолог партии или экспедиции. Основанием для закрытия скважины является выполнение поставленной задачи, а также возникновение тяжелых аварий и осложнений в скважине, вследствие чего дальнейшее ее бурение становится невозможным.

Перед закрытием скважины производят контрольный замер глубины, инклинометрию, каротаж, гидрогеологические исследования. В дальнейшем выполняют следующие работы: извлекают на скважины обсадные трубы; надежно перекрывают водоносные горизонты; ствол скважина заливают густым глинистым раствором; надежно перекрывают устье скважины путем прочной забивки деревянного столба или обсадной трубы с пробкой; устанавливают опознавательный знак, на котором несмываемой краской отмечают номер и глубину скважины и наименование организации, проводившей бурение, дату начала и окончания бурения; наносят устье скважины на карту района работ с привязкой к существующей сети триангуляции; составляют акт о закрытии (ликвидации) скважины.

При закрытии скважины необходимо принять все меры к извлечению обсадных труб. Оставлять трубы в скважине можно только в случае необходимости (для перекрытия водоносных горизонтов, сохранения ствола и т.д.).

Методы и приемы перекрытия водоносных горизонтов разрабатываются в зависимости от свойств пород и интенсивности водопроявлений.

К ликвидационному тампонажу предъявляют большие требования, так как это связано с охраной недр. Студенту необходимо выбрать наиболее эффективный способ изоляции водоносных и рудных горизонтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нем кратко указываются вопросы, разработкой которых при проектировании занимался студент и, что дала студенту работа над курсовым проектом. Указать из скольких глав состоит курсовой проект, сколько в нем страниц, таблиц, рисунков, формул. Какой графический материал представлен форматом А1. Какая автоматизированная система черчения была применена при составлении графики формата А1. Какие материалы приведены в приложениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Бурение скважин различного назначения [Текст] / Н.И. Сердюк и др.; под ред. Н.И.Сердюка. — Москва : Российский государственный геологоразведочный университет, 2006. — 624 с.
2. Нескромных В.В. Проектирование скважин на твердые полезные ископаемые [Текст]: учебное пособие / В.П. Нескромных. — 2-е изд. — Москва : Инфра-М, 2019. — 327 с.
3. Соловьев Н.В. Бурение разведочных скважин. М. Высшая школа. 2007

Дополнительная

1. Журавлев, Г.И. Бурение и геофизические исследования скважин [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.И. Журавлев, А.Г. Журавлев, А.О. Серебряков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 344 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98237>.
2. Нескромных В.В. Направленное бурение [Текст] : учеб. пособие для вузов / В.В. Нескромных, А.Г. Калинин; под общ. ред. А.Г. Калинина. — Москва : Изд. ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. — 384 с.

Электронно-библиотечные системы и современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, состав которых подлежит ежегодному обновлению:

1. Электронная библиотечная система «БиблиоТех. Издательство КДУ»
<https://mgri-rggru.bibliotech.ru>
2. Электронно-библиотечная система «Издательство Лань»/ колл. Инженерно-технические науки (ТюмГУ) <https://e.lanbook.com>
3. Электронно-библиотечная система «elibrary» / Правообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «РУНЭБ» (RU)<https://elibrary.ru>
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» / <https://www.biblio-online.ru>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Старооскольский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Российский государственный геологоразведочный университет имени
Серго Орджоникидзе»
(СОФ МГРИ)**

Кафедра «Прикладной геологии, технологии поисков и разведки МПИ»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Бурение на твердые полезные ископаемые»
На тему

Студента ... курса
Заочной/очной формы обучения
Специальности:
«Технология геологической
разведки» 21.05.03
Группа: ТР-...

Ф.И.О. студента _____

Преподаватель (руководитель):
Мелентьев Сергей Григорьевич

Дата регистрации курсового проекта:
--

Оценка:

Подпись преподавателя:

Старый Оскол, 202... г.

Задание на курсовое проектирование

по дисциплине «Бурение на твердые полезные ископаемые»

студенту группы ТР

на тему «Бурение разведочной скважины глубиной 500 м для детальной разведки медноколчеданных жил»

Исходя из примерного литологического разреза (см.табл.1), разработать проект на бурение разведочной скважины глубиной 500 м для детальной разведки медноколчеданных жил и составить ГТН скважины на примере месторождения _____ области_____.

Таблица 1.- Примерный литологический разрез

Номер слоя	Мощность слоя, м			Описание пород (вид полезного ископаемого)	Категория пород по буримости
	от	до	всего		
1	0	7	7	Грунтовый слой	II
2	7	80	73	Суглинки с включением гальки	III
3	80	110	30	Известняк кавернозный	V
4	110	150	40	Плотный мергель	IV
5	150	380	230	Кварцевые порфиры	VIII
6	380	470	90	Медноколчеданные жилы	IX-XI
7	470	500	30	Кварцевые порфиры	VIII-IX
Особые условия: Интервал 0 - 150 м без отбора керна					

Задание выдал: ст. преподаватель

Мелентьев С.Г.

Задание получил: студент _____

Ст. Оскол, 202__.

Приложение В

Параметры	Класс установки						
	УКБ-1	УКБ-2	УКБ-3	УКБ-4	УКБ-5	УКБ-7	УКБ-8
Глубина бурения, м							
– при твердосплавном бурении	12,5	50	200	300	500	1200	2000
– при алмазном бурении	25	100	300	500	800	2000	3000
Грузоподъемность на крюке, кН							
– номинальная	1,25	6,3	20,0	32,0	50,0	125,0	200,0
– максимальная	2,0	10,0	32,0	50,0	80,0	200,0	320,0
Диаметр скважины, мм:							
– начальный	93	93	132	151	151	214	295
– конечный при твердосплавном бурении	76	59	93	93	93	93	93
– конечный при алмазном бурении	36	46	59	59	59	59	59
Мощность привода, кВт	2,9	11,0	15,0	22,0	30,0	70,0	75,0
Частота вращения бурового снаряда, мин	100-1200	60-1600	100-1500	155-1615	120-1500	0-1500	60-1200
Угол наклона вращателя	40-90	0-360	70-90	60-90	70-90	75-90	90
Марка бурового насоса	УКБ-12/25	УПБ-100 БСК-100	СКБ-3	СКБ-4	СКБ-5 ЗИФ-650М	СКБ-7 ЗИФ-120МР	
Марка насоса	НБ-1	НБ-2	НБ-3	НБ-3	НБ-3	НБ-4	НБ-32
Марка вышки или мачты	–	–	МР-6	БМТ-4А МРУГУ-2	БМТ-5 МРУГУ-18/20	БМТ-7	

Учебное издание

Сергей Григорьевич Мелентьев

Методические рекомендации

Компьютерная верстка Мелентьев С.Г.

Подписано в печать __.__.2022

Формат 60×90 1/16

изд.л.2,0

Рег. №

Бумага офсетная

Печать офсетная

Тираж 100 экз.

Уч.-

Заказ

Отпечатано с авторского оригинала в редакционно-издательском отделе

СОФ МГРИ

Старый Оскол, ул. Ленина 14/13