

РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО–МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи
УДК 622.240(083); 628.112.4

Олмосов Шохрух Кучкорович

**РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО
ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ В
РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ**

Специальность: 5А5310700 – «Горные машины и оборудование»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание академической степени магистра

Научный руководитель
к.т.н. Махмудов А.М.

НАВОИ – 2013

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Горный факультет
Кафедра «ЭЭЭ»
2011-2013 учебный год

Магистрант: Олмасов Ш.
Научный руководитель: к.т.н. Махмудов А.
Специальность: 5А310705 – «Горные машины
и оборудования»

АННОТАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Качественное снижение себестоимости добычи радиоактивного металла, возможно только на базе современных технологий сооружения скважин подземного выщелачивания. Одним из важнейших этапов работы стала комплексная технология сооружения скважин подземного выщелачивания (ПВ).

Актуальным является решение вопроса на основе ниже следующих концепций развития технологии разработки:

повышения интенсивности добычи радиоактивного металла и его извлечения из пласта за счёт увеличения скоростей фильтрации в продуктивном пласте при сооружении высокодебитных откачных и закачных скважин ПВ, и перехода на принципиально новый подход к методике планирования добычи за счёт разрежения сети откачных и закачных скважин при существенном увеличении дебита и приемистости;

снижения себестоимости буровых работ путём перехода на меньшие диаметры бурения при постоянных эксплуатационных параметрах скважины;

снижения затрат на подготовку месторождения и эксплуатации за счёт эффективных методов борьбы с осложнениями при проходке скважин ПВ, разработки специализированных буровых установок и инструментов;

снижения эксплуатационных затрат при отработке месторождения за счёт автоматизации основных производственных процессов.

Суть предлагаемой концепции заключается в комплексном решении проблемы, начиная от методики планирования работ до получения готовой продукции.

Поэтому увеличение ее выпуска на основе повышения эффективности производства в сложных условиях Кызылкумского региона при рациональном использовании ресурсов является актуальной проблемой, решение которой имеет существенное экономическое значение для Узбекистана.

Целью работы является повышение эффективности бурения и сооружения геотехнологических скважин для отдельных горно-геолого-технологических условия разработки установлением оптимальных режимов бурения и применением специальных средств механизации бурения и сооружения скважин.

Задачи исследований:

1. Обзорный анализ научно-технической литературы и научно-исследовательских работ по бурению и сооружению геотехнологических скважин.
2. Анализ методов подземного выщелачивания при добыче полезных ископаемых и основных факторов в технологии бурения и сооружения геотехнологических скважин.
3. Анализ техники и технологии бурения геотехнологических скважин.
4. Типизация месторождений по гидрогеологическим и технологическим условиям.
5. Выбор и обоснование технологии бурения и бурового оборудования.
6. Обоснование способа и технических средства для крепления, цементирования, гидроизоляции и расширения геотехнологических скважин.
7. Разработка технических решений по повышению эффективности бурения и сооружения геотехнологических скважин.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются месторождения ПВ НГМК. Предметом исследований являются средства механизации бурения и сооружения геотехнологических скважин.

Методы исследования. Магистерская диссертация выполнена с применением комплексного метода исследований, включающего: анализ ранее выполненных научных работ, обобщение отечественного и зарубежного производственного опыта, аналитические расчеты, натурные наблюдения и теоретические исследования.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Эффективность бурения и скорость проходки скважин зависят от давления на забое приложением осевой нагрузки и частоты вращения бурового снаряда, которые выбираются зависимости от геологических и технологических характеристик массива горных пород.

2. Обоснование уменьшения диаметра эксплуатационных скважин, при увеличении пропускной способности его обеспечивается путем качественной обработки стенок и применением расширителей в прифильтовую зону при бурении геотехнологических скважин.

3. Повышение эффективности сооружения геотехнологических скважин достигается применением специальных средств механизации.

Научная новизна:

1. Определено зависимость эффективной проходки скважин от оптимальных значений осевой нагрузки и частоты вращения инструмента выбираемого типизацией месторождения и скважины по условиям сложности отработки.

2. Установлено что скорость сооружения высоко дебитной скважины зависит от технических параметров и технологических возможностей специальных средств механизации сооружения скважины.

3. Определено основные направления бурения и сооружения геотехнологических скважин совершенствованием конструктивных параметров средств механизации.

Научная и практическая значимость работы:

1. Определены оптимальные режимные параметры бурения геотехнологических скважин для условий месторождений Учкудукского типа.
2. Разработана методика выбора рекомендации по использованию специальных средств механизации сооружения геотехнологических скважин.
3. Разработаны пути реализации рекомендаций по совершенствованию конструктивных параметров бурового оборудования.

Апробация работы. Результаты исследования докладывались автором на научно-практических конференциях одаренных студентов и магистрантов «Баркамол авлод келажак пойдевори». Навоий, , 2012, 2013гг. Международной научно-технической конференции «ISTIQLOL»: «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития» (Навоий, 2013г).

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, изложенных на страницах машинописного текста, содержит 21 рисунков, 20 таблиц, список литературы из 22 наименований.

Научный руководитель

к.т.н. Махмудов А.

Магистрант

Олмасов Ш.

**MINISTRY OF THE HIGHER AND SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION
OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

NAVOI STATE MINING INSTITUTE

Mountain faculty

Undergraduate: Olmasov SH..

“EEE” chair

Research supervisor: C.T.S. Makhmudov A.

2011-2013 academic year

Specialty: 5A 310705 – "Mining machines and equipment "

SUMMARY OF THE MASTER THESIS

Relevance of the work. Qualitative reduction in the cost of production of radioactive metal, is possible only on the basis of modern technology facilities situ leaching. One of the most important stages of construction has become a complex technology-situ leaching (IIB).

Relevant is the solution to the problem based on the lower of the following concepts of technology development:

increase the intensity of extraction of the radioactive metal and its removal from the reservoir by increasing the flow velocities in the reservoir during construction of the pumping and high-output wells zakachnyh PV, and the transition to a fundamentally new approach to the method of production planning by the vacuum network and zakachnyh the pumping wells with a significant increase in flow rate and pick-up;

reduce the cost of drilling operations by moving to a smaller diameter drill under constant operating parameters well;

reducing the cost of training and field service through effective methods to combat complications while drilling wells MF, development of specialized drilling rigs and tools;

reduce operating costs by the mining by automating key production processes.

The essence of the concept is an integrated solution, from planning techniques work to finished products.

Therefore, the increase of its production on the basis of production efficiency in difficult conditions Kyzylkum region with a rational use of resources is an urgent challenge that has significant economic importance for Uzbekistan.

The aim is to improve the efficiency of drilling and geotechnical construction of wells for individual mining and geotechnical conditions for the development of establishing optimum conditions of drilling and the use of special mechanical means of drilling and well construction.

Research tasks:

1. A review of the scientific literature and research on drilling and construction of geotechnical boreholes.
2. Analysis of methods of in-situ leaching in mining and the main factors in drilling technology and facilities geotechnical boreholes.
3. Analysis techniques and technology of drilling geotechnical boreholes.
4. Tipizatsiya deposits for hydrogeological and technological conditions.
5. The selection and validation of technology drilling and drilling equipment.
6. Justification of the method and technical resources for securing, cement, waterproofing and expansion of geotechnical boreholes.
7. The development of technical solutions to improve the efficiency of drilling and geotechnical construction of wells.

The object and purpose of the study. The object of research is the field MF NMMC. The subject of the research are the means of mechanization of geotechnical drilling and construction of wells.

Research methods. Master's thesis is made using a complex method of research, including: analysis of earlier research papers, compilation of domestic and foreign production experience, analytical calculations of field observations and theoretical research.

The basic scientific principles for the defense:

1. Drilling efficiency and rate of penetration depends on the pressure of the downhole application of axial load and speed drill, which are selected depending on the processing characteristics of geological and rock mass.
2. Rationale for reducing the diameter of production wells at increasing the capacity of its high-quality treatment is provided by the walls and the use of expanders in the area prifiltrovuyu geotechnical drilling wells.

3. Improving the efficiency of construction geotechnical wells is achieved by using special means of mechanization.

Scientific novelty:

1. Determined dependence of the effective penetration of wells from the optimal values of the axial load and the frequency of rotation of the tool selected typed fields and wells under the terms of mining.

2. Found that the rate of building high debit wells depends on the technical parameters and the technological capabilities of special means of mechanization of well construction.

3. Defined the main directions of geotechnical drilling and construction of wells improvement of the design parameters of mechanization.

The scientific and practical value of the work:

1. Determine the optimal operational parameters geotechnical drilling wells for the conditions of deposits Uchquduq type.

2. The technique of choice recommendations on the use of special means of mechanization of construction geotechnical boreholes.

3. Developed ways to implement recommendations to improve the design parameters of the drilling equipment.

Testing work. The study results were presented by the author at scientific conferences gifted students and undergraduates "Barkamol avlod Kelajak poydevori." Navoi, 2012, 2013. International scientific and technical conference «ISTIQLOL»: «Modern equipment and technology of mining industry and the ways of their development" (Navoi, 2013).

The structure and amount of work. Master's thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions set out in the pages of typewritten text, contains 21 figures, 20 tables, bibliography of 22 titles.

Research supervisor

Cand.Tech.Sci. Makhmudov A.

Undergraduate

Olmasov SH..

ОГЛАВЛЕНИЕ

| № | Наименование | стр. |
|-----|--|------|
| | ВВЕДЕНИЕ | 11 |
| 1 | ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН | 15 |
| 1.1 | Анализ научных и научно-технических исследований технологии бурения и сооружения геотехнологических скважин. | 15 |
| 1.2 | Основные сведения о методе подземного выщелачивания и о геотехнологических скважинах | 20 |
| 1.3 | Условия сооружения геотехнологических скважин в нгmk | 25 |
| 1.4 | Анализ техники и технология бурения геотехнологических скважин. | 29 |
| | Цель и задачи исследований | 31 |
| 2 | ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН | 32 |
| 2.1 | Исследования режимных параметров бурения скважин | 32 |
| 2.2 | Исследование основных факторов выбора буровых агрегатов | 35 |
| 2.3 | Исследование технологии сооружения геотехнологических скважин | 40 |
| 2.4 | выводы по главе | 46 |
| 3 | РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН | 48 |
| 3.1 | Методика выбора средств механизации и расчета оптимальных эксплуатационных показателей работы | 48 |

| | | |
|-----|--|----|
| | оборудования | |
| 3.2 | Разработка мероприятий по повышению эффективности бурения и надежности бурового агрегата | 61 |
| 3.3 | Методика выбора технологии освоения геотехнологических скважин | 68 |
| 3.4 | Рекомендуемые типы шарошечных долот | 72 |
| 3.5 | Технико-экономическое обоснование бурения и сооружения геотехнологических скважин | 77 |
| 3.6 | Выводы по главе | 90 |
| | Заключение | 92 |
| | Список использованной литературы | 94 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Программой развития добычи радиоактивного металла в Навоийском ГКМ предусматривается непрерывное наращивание производственных мощностей.

В 2011 году производство продукции удвоится по сравнению с 1996 г.

Такой темп увеличения рентабельной добычи радиоактивного металла может быть достигнут только при внедрении новейших технологий.

Качественное снижение себестоимости добычи радиоактивного металла, возможно только на базе современных технологий сооружения скважин подземного выщелачивания. Одним из важнейших этапов работы стала комплексная технология сооружения скважин подземного выщелачивания (ТПВ).

Актуальным является решение вопроса на основе ниже следующих концепций развития технологии разработки:

повышения интенсивности добычи радиоактивного металла и его извлечения из пласта за счёт увеличения скоростей фильтрации в продуктивном пласте при сооружении высокодебитных откачных и закачных скважин ПВ, и перехода на принципиально новый подход к методике планирования добычи за счёт разрежения сети откачных и закачных скважин при существенном увеличении дебита и приемистости;

снижения себестоимости буровых работ путём перехода на меньшие диаметры бурения при постоянных эксплуатационных параметрах скважины;

снижения затрат на подготовку месторождения и эксплуатации за счёт эффективных методов борьбы с осложнениями при проходке скважин ПВ, разработки специализированных буровых установок и инструментов;

снижения эксплуатационных затрат при отработке месторождения за счёт автоматизации основных производственных процессов.

Суть предлагаемой концепции заключается в комплексном решении проблемы, начиная от методики планирования работ до получения готовой продукции.

Поэтому увеличение ее выпуска на основе повышения эффективности производства в сложных условиях Кызылкумского региона при рациональном использовании ресурсов является актуальной проблемой, решение которой имеет существенное экономическое значение для Узбекистана.

Целью работы является повышение эффективности бурения и сооружения геотехнологических скважин для отдельных горно-геолого-технологических условия разработки установлением оптимальных режимов бурения и применением специальных средств механизации бурения и сооружения скважин.

Задачи исследований:

1. Обзорный анализ научно-технической литературы и научно-исследовательских работ по бурению и сооружению геотехнологических скважин.
2. Анализ методов подземного выщелачивания при добыче полезных ископаемых и основных факторов в технологии бурения и сооружения геотехнологических скважин.
3. Анализ техники и технологии бурения геотехнологических скважин.
4. Типизация месторождений по гидрогеологическим и технологическим условиям.
5. Выбор и обоснование технологии бурения и бурового оборудования.
6. Обоснование способа и технических средства для крепления, цементирования, гидроизоляции и расширения геотехнологических скважин.
7. Разработка технических решений по повышению эффективности бурения и сооружения геотехнологических скважин.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются месторождения ПВ НГМК. Предметом исследований являются средства механизации бурения и сооружения геотехнологических скважин.

Методы исследования. Магистерская диссертация выполнена с применением комплексного метода исследований, включающего: анализ ранее выполненных научных работ, обобщение отечественного и зарубежного производственного опыта, аналитические расчеты, натурные наблюдения и теоретические исследования.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Эффективность бурения и скорость проходки скважин зависят от давления на забое приложением осевой нагрузки и частоты вращения бурового снаряда, которые выбираются зависимости от геологических и технологических характеристик массива горных пород.

2. Обоснование уменьшения диаметра эксплуатационных скважин, при увеличении пропускной способности его обеспечивается путем качественной обработки стенок и применением расширителей в прифильтовую зону при бурении геотехнологических скважин.

3. Повышение эффективности сооружения геотехнологических скважин достигается применением специальных средств механизации.

Научная новизна:

1. Определено зависимость эффективной проходки скважин от оптимальных значений осевой нагрузки и частоты вращения инструмента выбираемого типизацией месторождения и скважины по условиям сложности отработки.

2. Установлено что скорость сооружения высоко дебитной скважины зависит от технических параметров и технологических возможностей специальных средств механизации сооружения скважины.

3. Определено основные направления бурения и сооружения геотехнологических скважин совершенствованием конструктивных параметров средств механизации.

Научная и практическая значимость работы:

1. Определены оптимальные режимные параметры бурения геотехнологических скважин для условий месторождений Учкудукского типа.
2. Разработана методика выбора рекомендации по использованию специальных средств механизации сооружения геотехнологических скважин.
3. Разработаны пути реализации рекомендаций по совершенствованию конструктивных параметров бурового оборудования.

Апробация работы. Результаты исследования докладывались автором на научно-практических конференциях одаренных студентов и магистрантов «Баркамол авлод келажак пойдевори». Навоий, , 2012, 2013гг. Международной научно-технической конференции «ISTIQLOL»: «Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития» (Навоий, 2013г).

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, изложенных на страницах машинописного текста, содержит 21 рисунков, 20 таблиц, список литературы из 22 наименований.

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДОБЫЧЕ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО МЕТОДОМ ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

1.1. Анализ научных и научно-технических исследований технологии бурения и сооружения геотехнологических скважин.

Переход от горного способа добычи радиоактивного металла на подземное выщелачивание радиоактивного металла потребовал интенсивного проведения научно-исследовательских работ с целью изучения распределения радиоактивного металла и механизма процесса выщелачивания в недрах, режимов отработки, оптимизации и интенсификации процесса, отработки технологии извлечения радиоактивного металла из растворов ПВ. В развитие технологии добычи полезного ископаемого огромный вклад внесли ученые стран СНГ Аренс В.Ж., Ашихман А.А., Башкатов Д.Н., Коломиец А.М., Воробев А.Е., Башкатов А.Н., Ганджумян Р.А., Федоров В. С., Мазуркевич А.П., Толстов Е.А., Пеньков А.И., Мосинец В.М., Петросов Д.А., и др. ученые.

Основной задачей лаборатории созданной при НГМК ЦНИЛ являлась разработка научно- практической основы добычи радиоактивного металла методом скважинного подземного выщелачивания на территории функционирования комбината и реализация ее при промышленной добыче радиоактивного металла геотехнологическим способом.

В функции лаборатории входило систематическое осуществление наблюдений и анализ эксплуатации действующих участков ПВ, выдача рекомендаций по кислотности растворов, состав растворителей подаваемых в пласт, оценка влияния солевого состава растворов на интенсивность выщелачивания, изучение форм кольматации и разработка методов её устранения, осуществление гидрогеологических наблюдений на отдельных опытных участках и т.д. К работе были привлечены головные институты – ВНИИХТ и ПромНИИПроект, на некоторых этапах в научно-исследовательских работах принимали участие сотрудники специализированных институтов: ВСЕГИНГЕО, МГРИ, ВИМС, ИГЕМ и др.

Буровые долота выбираются в зависимости от физико-механических свойств горных пород, глубины их залегания и способа бурения [2,4,15]. Применяют шарошечные, лопастные, фрезерные, дробящие, алмазные долота и долота ИСМ различных типов и размеров для сплошного бурения и бурения кольцевым забоем. Для мягких пород рекомендуются долота режуще-скалывающего типа. Для разрушения абразивных пород средней

твердости, твердых, крепких и очень крепких пород предназначены долота дробяще-скалывающего действия, разрушающие породу зубьями или штырями, расположенными на шарошках, вращающихся вокруг своей оси и оси долота. Одновременно с дробящим действием зубья или штыри шарошек при проскальзывании по забою скалывают породу.

ВНИИБТ разработаны методики выбора рациональных типов и конструкций шарошечных, алмазных и других типов долот для эффективного разбуривания нефтяных и газовых месторождений.

Режим бурения. По В. С. Федорову [15], под режимом бурения понимают известное сочетание факторов, влияющих на показатели бурения. Эти факторы называются параметрами режима бурения.

К числу важнейших параметров относятся следующие: 1) осевая нагрузка на долото P_a ; 2) частота вращения долота (или ротора) n ; 3) количество (расход) циркулирующего бурового раствора; 4) качество циркулирующего бурового раствора, подаваемого на забой (фильтрация Φ , статическое напряжение сдвига θ , вязкость T , плотность ρ).

Наиболее обобщенным количественным показателем механического бурения, зависящим от параметров режима бурения, является рейсовая скорость проходки v_p .

Сочетание параметров режима бурения, при котором получают наиболее высокую рейсовую скорость проходки v_p и требуемые качественные показатели бурения, при данной технической вооруженности буровой называется оптимальным режимом бурения.

Основные факторы, влияющие на технико-экономические показатели бурения, компонентный состав, плотность, вязкость, фильтруемость и другие параметры бурового раствора. Особенно заметно это влияние при росте плотности от 1000 до 1500 кг/м³. Установлено, что с ростом концентрации твердой фазы в буровом растворе механическая скорость проходки и проходка на долото убывают, о чем свидетельствуют исследования ВНИИКР нефти, других НИИ и производственных организаций.

Качественная зависимость механической скорости проходки от дифференциального давления на забое скважины, полученная путем обобщения результатов практических наблюдений в СНГ, США, Канаде, Иране и других странах. На темп углубления наиболее существенно влияют плотность бурового раствора и содержание в нем твердой фазы. Механическая скорость проходки резко снижается при увеличении плотности раствора от 1,0 до 1,5 г/см³, когда роль выбуренной породы существенна по сравнению с таким утяжелителем, как барит. Концентрация твердой фазы в этом диапазоне плотностей достигает 15–25%. Роль вязкости

бурового раствора наиболее заметна, особенно в диапазоне 15–35 с (по прибору ПВ-5).

Роль фильтрации по сравнению с плотностью и содержанием твердой фазы незначительна. Среднестатистические данные показывают, что в водоглинистых системах с увеличением содержания нефти до 10% скорость проходки растет.

Совершенствование технологии промывки скважин должно идти в первую очередь по пути снижения плотности бурового раствора и содержания в нем твердой фазы, что существенно упрощает регулирование вязкости, фильтрации и других параметров раствора.

Фильтрация за некоторое время (принято 30 мин) должна быть минимальной для повышения устойчивости стенки скважины, а мгновенная фильтрация (5–10 с) должна быть максимальной (приближающейся по величине к фильтрации за 30 мин) для улучшения условий бурения (А. И. Пеньков рекомендует определять ее за 1 мин).

Основными показателями промывки, определяющими механическую скорость проходки, являются: гидравлическая мощность, срабатываемая на долоте, скорость истечения раствора из насадок долота и дифференциальное давление на забое скважины.

Дифференциальное давление на забой – комплексный фактор [4], интегрирующий плотность и вязкость бурового раствора, режим циркуляции, соотношение геометрических размеров ствола и бурильного инструмента и т. д. Независимо от первопричины его увеличение всегда сопровождается ухудшением показателей работы долот. Во ВНИИКР Нефти Р. Н. Марченко, Л. Б. Измайловым и другими исследователями по данным бурения скважин установлено, что при прочих равных условиях механическая скорость проходки увеличивается с уменьшением дифференциального давления на забой. Наибольшее ее изменение отмечено в интервале 3100–3507 м при снижении дифференциального давления от +3 до –11,4 МПа. При этом скорость проходки оказалась в 3 раза выше, чем при дифференциальном давлении, равном +8 МПа.

Анализ зарубежных материалов [2] показал, что при бурении скважин в Южной Луизиане (США) уменьшение дифференциального давления с 7 МПа до 0 привело к росту механической скорости проходки на 70%. Установлено, что влияние перепада давления на механическую скорость проходки существеннее проявляется при росте осевой нагрузки на долото.

Объемное разрушение может наблюдаться после однократного воздействия на нее зубцов шарошек или после многих воздействий. Первые наиболее полные исследования и обобщения провел В. С. Федоров.

Влияние осевой нагрузки P_d на показатели бурения очень велико. Опытами установлено, что зависимость $v_m=f(P_d)$ весьма сложная.

Долговечность шарошечных долот изменяется обратно пропорционально P_d в некоторой степени $y \approx 0.40-0.45$. Вероятно, показатель степени зависит от погружения зубцов шарошки. Когда зубцы не погружены в породу, P_d больше влияет на разрушение долота, чем при погружении зубцов в породу.

Соотношение между параметрами режима бурения, обусловливаемые особенностями разрушения пород при бурении (по В. С. Федорову). Экспериментально доказано, что как для частоты вращения долота, так и для осевой нагрузки на него P_d при использовании долот существуют критические значения, превышение которых ведет к снижению показателей бурения.

Так как параметры режима бурения n , P_d и Q оказывают различное влияние на механическую, скорость проходки и износостойкость долота, следовательно, оптимальное соотношение между ними отвечает наиболее высокой рейсовой скорости проходки.

Под технологией промывки скважин будем понимать комплекс технологических процессов и операций по приготовлению, очистке, обработке и циркуляции бурового раствора с использованием оборудования и приборов для их выполнения и контроля. Основной рабочий агент в технологическом процессе промывки скважин – буровой раствор. Основными характеристиками процесса считаются режимные параметры циркуляции и показатели свойств бурового раствора.

Основной технологической операцией промывки скважины является прокачивание бурового раствора по стволу скважины. Для ее выполнения необходимо осуществить ряд операций со вспомогательными функциями: приготовление бурового раствора, его утяжеление, обработку химическими реагентами, очистку от шлама и газа и др.

Технологическое оборудование для промывки скважин представляет собой ряд взаимосвязанных систем: приготовления и обработки бурового раствора, очистки его от шлама и газа, подачи раствора в скважину, циркуляции. Поэтому и работа технологического оборудования для промывки скважины должна всегда рассматриваться во взаимной связи.

Только комплексный подход к решению задачи выбора показателей свойств бурового раствора и режимных параметров циркуляции позволит обеспечить выполнение основных функций технологического процесса промывки скважин.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что верхний предел

условной вязкости, определяемый прибором ПВ-5, не должен превышать 30 с для растворов плотностью до $1,4 \text{ г/см}^3$ и 45 с – для растворов плотностью свыше $1,4 \text{ г/см}^3$. Пластическая вязкость для этих же растворов не должна превышать соответственно 0,006 и 0,01 Па·с.

Опыт бурения скважин за рубежом позволил фирмам «Амоко продакшн компани», «Дрессер» и другим конкретизировать ряд требований, предъявляемых к параметрам промывки скважин (ВНИИКРнефть).

1. Технологически необходимый удельный расход бурового раствора при циркуляции должен составлять не менее 0,08–0,12 л/с в расчете на 1 мм диаметра долота. При сравнительно низкой механической скорости проходки (до 5 м/ч) можно поддерживать расход у нижней рекомендуемой границы.

2. Гидравлическая мощность, подводимая к насадкам долота, должна составлять 3–6 Вт/мм² площади забоя. При низкой механической скорости проходки необходимо пользоваться нижним рекомендуемым пределом при высоких скоростях – верхним пределом.

3. Перепад давления на насадках долота должен удовлетворять требованиям полной очистки забоя от разрушенной породы. При этом работами ВНИИБТ установлено, что величина минимального необходимого перепада давления на насадках долота зависит от твердости горных пород по штампу и диаметра долота. Верхняя граница перепада давления ограничивается условием удаления предразрушенной вооружением долота породы.

4. Важное дополнительное требование к режиму промывки скважине – необходимость поддерживать скорость истечения бурового раствора из насадок долота на уровне 110–125 м/с, что позволяет не только улучшить очистку забоя за счет интенсивного поперечного течения бурового раствора вдоль забоя, но и получить наибольший гидромониторный эффект за счет увеличения силы удара струи о забой скважины.

К объективным факторам, в основном определяющим принципы проектирования конструкции скважин, относятся геологические: предполагаемая и фактическая стратиграфия и тектоника разреза, мощность пород с различной проницаемостью, прочностью, пористостью, а также наличие флюидосодержащих пород и величина пластовых давлений.

Рассматривая в целом определяющие факторы, которые необходимо учитывать при выборе рациональной конструкции, можно сделать вывод, что простая конструкция, (кондуктор и эксплуатационная колонна) не является во всех случаях рациональной. Особенно это относится к конструкциям глубоких скважин, вскрывающих комплекс разнообразных отложений, в которых возникают различные, иногда диаметрально противоположные по

характеру и природе осложнения.

Следовательно, рациональной можно назвать такую конструкцию, которая соответствует геологическим условиям бурения, учитывает назначение скважины и другие отмеченные выше факторы и создает условия для бурения интервалов между креплениями в наиболее сжатые сроки.

Под надежностью конструкции следует понимать такое техническое состояние закрепленной части ствола скважины, которое позволяет осуществлять комплекс технологических операций, направленных на успешное преодоление возникших осложнений и дальнейшее углубление скважины.

1.2. Основные сведения о методе подземного выщелачивания и о геотехнологических скважинах

Сущность подземного выщелачивания ПИ заключается в избирательном переводе полезного компонента в жидкую фазу путем управляемого движения растворителя по руде в естественном залегании или подготовленного к растворению и подъему насыщенного металлом раствора на поверхность. С этой целью через скважины, пробуренные с поверхности в пласт ПИ нагнетается химический реагент, способный переводить минералы полезного ископаемого в растворимую форму. Раствор, пройдя часть рудного пласта, через другие скважины поднимается на поверхность и далее по трубопроводу транспортируется к установкам для переработки.

Принципиальная схема подземного выщелачивания металлов приведена на рис. 1.1.

Добычной (геотехнологический) комплекс - объединяет технические средства, сооружения и технологические процессы, связанные с добычей ураноносных продуктивных растворов из недр.

Включает в себя:

- эксплуатационные поля, участки, ячейки;
- технологические, наблюдательные и контрольные скважины;
- внутренние технологические трубопроводы и насосные станции;
- отстойники и смесители;
- локальные сорбционные установки (ЛСУ);
- аппаратуру раствороподъема;
- аппаратуру контроля и автоматизации процессов;

- внутреннее реагентное хозяйство;- внешние коммуникации. Перерабатывающий комплекс - объединяет технические средства, сооружения и технологические процессы, связанные с переработкой

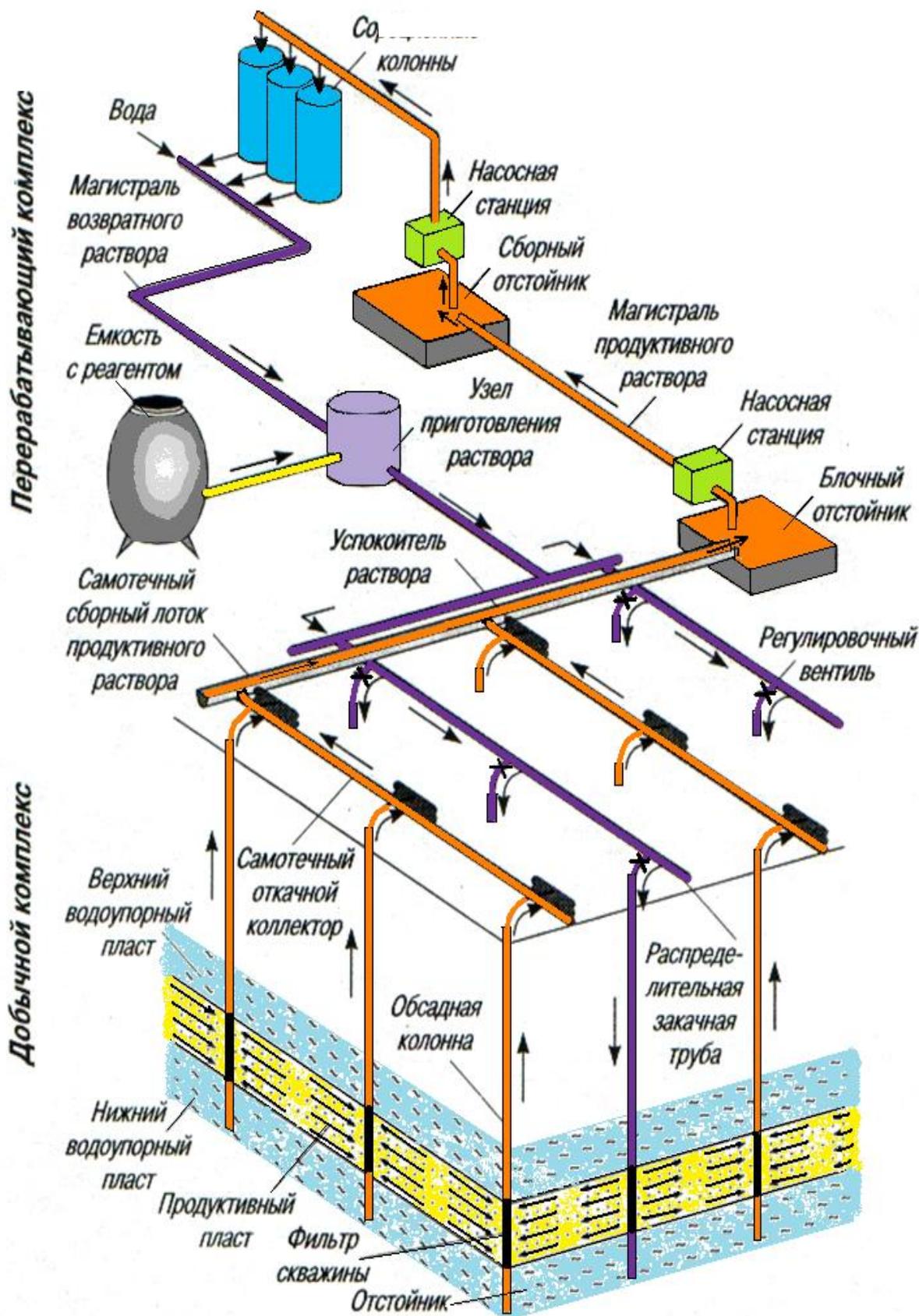


Рис. 1.1. Принципиальная технологическая схема подземного выщелачивания

продуктивных растворов до получения из них конечных для данного предприятия товарных продуктов.

Включает в себя:

- технологическую (сорбционно-десорбционную) установку (УПР);
- компрессорную;
- реагентное хозяйство;
- службу КИП и А;
- внутренние энергетические сети, дороги.

В случае монолитных, непроницаемых руд выщелачивание осуществляется из горных выработок, вскрывших пласт ПИ. Раздробленную с помощью буровзрывных работ горную массу орошают растворителем, который, стекая вниз, растворяет минералы полезного ископаемого. Продуктивные растворы собираются на нижнем горизонте и перекачиваются затем на поверхность, для переработки.

Важнейшими природными предпосылками применения ПВ являются способность ПИ и его соединений переходить в раствор при воздействии на рудный пласт водного раствора выщелачивающего реагента, а также возможность фильтрации выщелачивающих растворов в породах продуктивного горизонта.

Выбор растворителя для ПВ зависит от состава руд. Наиболее широкое применение находят водные растворы кислот (серной, соляной, азотной) или соды.

Рудообразующая минерализация находится как на поверхности обломочных зерен и частиц, так и внутри их. В связи с этим в зависимости от состава вмещающих пород применяют тот или иной способ извлечения урана из недр.

Добыча урана из недр выполняются по нескольким схемам выщелачивания:

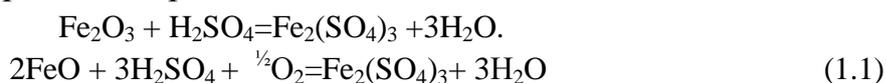
1. Сернокислотное выщелачивание проводится на рудных залежах с общей суммой карбонатов во вмещающих породах в пересчете на CO_2 менее 1,5 %.

Извлечение урана проводится раствором серной кислоты с концентрацией H_2SO_4 -3,0-6,0 г/л в товарном растворе и концентрацией кислоты 10,0-20,0 г/л в закачном растворе.

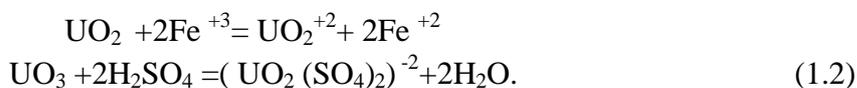
При сернокислотном выщелачивании достигается наиболее полное извлечение металла, т.к. растворы серной кислоты свободно проникают в поры и даже внутрь частиц по трещинам и спаянности.

Растворы серной кислоты выщелачивают U^{+6} не соизмеримо быстрее, чем U^{+4} , для перевода которого в раствор нужны сильные окислители.

Наиболее эффективный окислитель это трех валентное железо Fe^{+3} , который образуется в процессе сернокислотного выщелачивания.



Далее:



Выщелачивание наиболее эффективно при содержании Fe^{+3} более 0,5 г/л.

2. Миниреагентное выщелачивание проводится на рудных залежах с общей суммой карбонатов во вмещающих породах в пересчете на CO_2 более 1,5 %.

Извлечение урана проводится бикарбонатным раствором, который инициируется в рудном горизонте, при взаимодействии горной породы с 0,03-0,05 % раствором серной кислоты.

Миниреагентное выщелачивание более мягкое, протекает на границе раздела сред, проникновение окислителя и растворителя внутрь частиц затруднено.

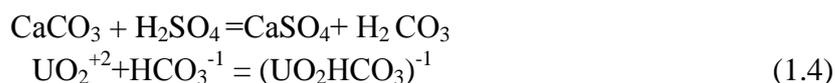
При этом способе выщелачивание возможно извлечение только шестивалентного урана.

Окисление четырехвалентного до шестивалентного урана выполняется кислородом воздуха или техническим кислородом.

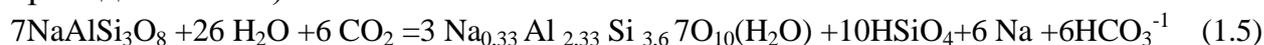
Окисление протекает энергичнее в щелочной среде.



Поступление анионов комплексообразователей в раствор протекает по следующей схеме:



Подвижные катионы поступают в раствор из карбонатов (поступление приведено выше) и алюмосиликатов.



Следует отметить, что основная масса серной кислоты образуется в пласте при окислении сульфидов кислородом, которая в последствии реагирует с карбонатами.



При недостатке сульфидов, для повышения содержания HCO_3^{-1} концентрацию серной кислоты приходится увеличивать с 0,3-0,5 г/л до 3,0-5,0 г/л

3. Слабокислотное выщелачивание, концентрация серной кислоты 3,0-5,0 г/л. Химизм процесса, аналогичен миниреагентному и приведен выше.

ПВ применяется при добыче урановых руд, цветных и редких металлов (медь, никель, свинец, цинк, золото и др.). Имеются предпосылки использования его для добычи фосфоритов, боратов и др.

Важным фактором повышения эффективности добычи методом ПВ является правильный выбор схемы размещения технологических скважин и расстояний между ними. В практике эксплуатации месторождений в основном применяется линейная схема расположения скважин, представляющая собой чередование рядов нагнетательных и откачных скважин. Расстояния между рядами и скважинами в ряду колеблются в широких пределах (15 – 50 м и более). Наиболее широкое распространение получила схема 25х50 м. При ПВ руд путем воздействия кислотных, щелочных и бактериальных растворителей диаметр скважины определяется размерами раствороподъемного оборудования (эрлифты, погружные насосы и др.).

В зависимости от существующих конструкций добычных агрегатов конечные диаметры геотехнологических скважин колеблются от 150 до 400 мм.

Следует отметить, что диаметры стволов геотехнологических скважин должны определяться с учетом затрат на бурение и на добычу полезного компонента.

Известно, что при уменьшении диаметра скважин все технико-экономические показатели бурения повышаются – увеличиваются механическая и рейсовая скорости, уменьшаются энергетические затраты и трудоемкость выполнения спускоподъемных операций, снижается стоимость 1 м бурения и оборудования скважин.

С другой стороны, при увеличении размеров добычного и подъемного оборудования повышается производительность скважин и эффективность добычи. Поэтому критерием выбора диаметра скважин в конечном счете является стоимость добытой руды. Необходимо стремиться к тому, чтобы применяемое добычное оборудование при равной производительности имело бы меньшие размеры. Это позволит уменьшить диаметры скважин, снизить стоимость буровых работ, а в результате – и стоимость добычи.

Направление геотехнологических скважин выбирается с учетом характера залегания пластов полезных ископаемых. При горизонтальном залегании пластов скважины задаются вертикальными. При наклонном залегании они могут быть наклонными или направленными вдоль пласта, что может способствовать увеличению добытой руды из одной скважины. Повышению количества добытой руды из одной скважины и уменьшению стоимости, особенно при глубоко залегающих пластах, может

способствовать применению многоствольного бурения. Вскрытие может осуществляться с помощью одиночных скважин и комбинированным способом.

Глубины геотехнологических скважин определяются глубиной залегания продуктивных пластов и колеблются в широких пределах – от нескольких метров до 1000 м и более.

1.3. Условия сооружения геотехнологических скважин в НГМК

Полигоны ПВ Навоийского ГМК (Северное РУ, Южное РУ, РУ-5) характеризуются суровыми климатическими условиями, расположены в зоне резко континентального климата пустыни Кызылкум. Лето очень жаркое (максимальная температура в северной части достигает $+44^{\circ}\text{C}$, а в южных до 50°C , при средней температуре воздуха от $+26^{\circ}\text{C}$ до 32°C). Зима умеренная, местами очень холодная (в северных районах температура опускается до -30°C и ниже). Наблюдается преобладание количества зимних осадков над летними, они находятся на уровне 45-120 мм в год.

Ниже приведена геологический разрез центральной части Кызылкумской рудной провинции

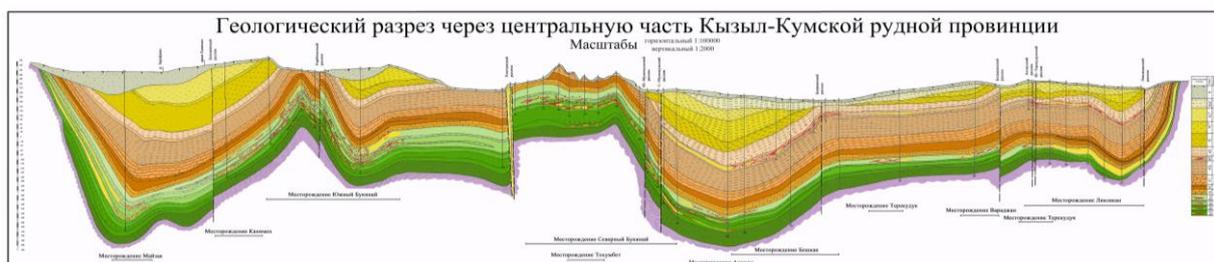


Рис. 1.2. Геологический разрез

Район работ представлен в основном двумя типами коллекторов.

Первый тип: рыхлые песчано-гравийные, гравийно-щебенистые отложения.

Сюда относятся следующие интервалы скважин (в усреднённых показателях):

0-20 м - суглинки, супеси дресва и щебень, галечно-щебенистые образования с песчано-глинистым заполнителем;

90-150 м - мелкозернистые пески с линзами глин, в нижней части обводнены;

220-230 м - разномзернистые пески с мелким гравием, обводнённые;

330-370 м - разнозернистые пески с грубообломочные конгломераты с прослоями алевролитов и глин, обводнённые;

В этих интервалах отмечается как частичное (до 1-5 м³/час), так и сильное поглощение (5-10 м³/час).

Второй тип: скальные карбонатные породы.

К ним относятся следующие интервалы скважин:

30-70 м - ракушечно-известковистые отложения интенсивно загипсованные, сильно разрушенные, трещиноватые и кавернозные; Этот интервал представляет наибольшую сложность.

260-270 м - трещиноватые доломиты, обводнённые.

Таким образом скважинами вскрываются четыре обводнённых интервала поглощений с различной водообильностью (дебитами) и разными пьезометрическими уровнями.

О характере залегания полезного ископаемого можно судить по характеристикам месторождений НГМК [16]. В рудах, залегающих на глубине, установлены следующие урановые минералы и носители радиоактивного металла : настуран, оксиды радиоактивного металла , коффинит, урансодержащие фосфатные костные остатки, углистые вещества; в окисленных рудах - уранофан, бетауранотил, отенит, тюямунит.

Рудовмещающие маастрихтский и сугралинский горизонты представлены песками и песчаниками как глинистом, местами глинисто-карбонатном и карбонатном, цементе (до 30%). Содержание валового железа колеблется от 0,7 до 1,5%; основная его часть (до 60-70%) находится в дисульфидной форме. Содержание органического углерода $C_{орг}$ в них составляет в среднем 0,065%. Карбо-натность пород изменяется в широких пределах, увеличиваясь к подошве горизонтов до 20–22%.

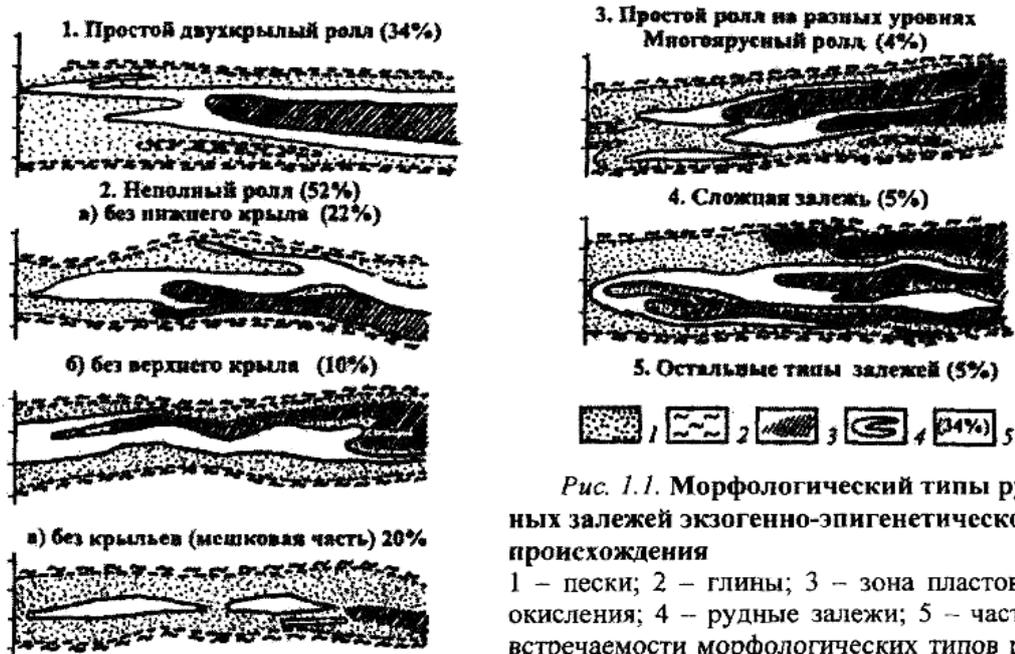


Рис. 1.1. Морфологические типы рудных залежей экзогенно-эпигенетического происхождения
 1 – пески; 2 – глины; 3 – зона пластового окисления; 4 – рудные залежи; 5 – частота встречаемости морфологических типов рудных залежей.

Месторождение Сабырсай приурочено к мезозой-кайнозойским отложениям, в которых один из четырех водоносных горизонтов (сабырсайский) с коэффициентом фильтрации пород от 1 до 11 м/сут является рудовмещающим. По составу воды сульфатно-хлоридно-карбонатно-натриевые с минерализацией до 2,49 г/л. Вблизи области питания в пластовых водах содержится 10^{-5} г/л радиоактивного металла и до 2-5 мг/л кислорода, что обеспечивает высокий окислительно-восстановительный потенциал (до +250 мВ). На линии выклинивания зоны пластового окисления в водоносном горизонте кислород исчезает, резко снижаются окислительно-восстановительный потенциал (до +50 мВ) и содержание радиоактивного металла (до 10^{-6} г/л). В зоне не окисленных пород подземные воды кислорода не содержат.

В плане основные промышленные участки месторождения Сабырсай выглядят в виде двух разобщенных параллельно расположенных полос: северной, непрерывно прослеживающейся на ~ 20 км, и центральной, вытянутой с запада на восток на - 11 км.

По сложности морфологического строения рудные тела на месторождении делятся на пластовые, простые ролловые и сложные ролловые залежи. В плане простые ролловые залежи представляют собой своеобразные ленты шириной 100-350 м, вытянутые вдоль линии выклинивания пластового окисления на 400-3000 м. Пластовые и сложные ролловые залежи имеют ширину 450-700 м и протяженность 1000-3000 м.

Залежи простой и сложной ролловых форм состоят из крыльев и мешковой части. Ширина мешковой части простых роллов равна 50-75 м

при мощности до 5-8 м, сложных – примерно в два раза больше. Ближе к линии сочленения крыльев с мешковой частью залежей закономерно возрастает концентрация радиоактивного металла (от 0,03 до 0,2%). Глубина залегания рудных тел на западном фланге месторождения находится в пределах 50-150 м, на восточном - до 350-400 м.

Рудоносными являются практически все литологические разности сабырсайского горизонта, однако самые распространенные (более 70%) - глинисто-песчаные и песчано-гравелитовые породы. По химическому составу руды силикатные с примесью карбонатов (0,97%), фосфора (0,07%) и серы (1,04%). Основными рудными компонентами на месторождении являются регенерированные оксиды радиоактивного металла .

Таким образом, анализ геологических и гидрогеологических условий показывает, что экзогенно-эпигенетические месторождения учкудукского типа имеют специфические условия локализации оруденения, обусловленные:

- особенностями экзогенно-эпигенетического рудообразования, которые заключаются в том, что кислородсодержащие воды сначала извлекают полезные компоненты из пород областей питания, а затем при смене геохимических условий в процессе фильтрации по проницаемым породам они центрируют их, осаждавая в определенной последовательности на восстановительном или нейтрализационном геохимическом барьере;
- компактным расположением в едином водоносном горизонте эпигенетических концентраций радиоактивного металла и попутных полезных компонентов; приуроченностью промышленных концентраций радиоактивного металла и сопутствующих полезных компонентов к хорошо проницаемым сильно обводненным водоносным горизонтам; неоднородностью литологического состава и фильтрационных свойств пород продуктивных горизонтов.

Изучение гидрогеохимических условий миграции радиоактивного металла и рудообразования показало, что в процессе фильтрации продуктивных растворов в зоне подвижного геохимического барьера непрерывно происходит эпигенетическое рудообразование, процесс которого условно можно представить в виде повторяющихся циклов, каждый из которых включает:

- поступление с пластовыми кислородсодержащими водами новых порций радиоактивного металла в виде карбонатных комплексов;
- разложение карбонатных комплексов радиоактивного металла, сопровождающееся его восстановительным осаждением и ростом

- концентрации в зоне рудной минерализации;
- окислительное растворение осажденного радиоактивного металла с образованием вторичных карбонатных комплексов;
 - разложение вторичных карбонатных комплексов и пересаживание радиоактивного металла на перемещенном геохимическом барьере.

1.4. Анализ техники и технология бурения геотехнологических скважин.

По своему назначению, составу и объему выполняемых функций буровые скважины, используемые для добычи твердых ПИ, подразделяются на две основные группы: эксплуатационные и вспомогательные.

Эксплуатационные скважины предназначены для осуществления непосредственного процесса добычи – подачи рабочего агента на забой скважины и подъема образующегося раствора из скважины на поверхность.

Эксплуатационные скважины для ПВ металлов с использованием кислотных или других растворителей подразделяются на нагнетательные и откачные.

Нагнетательные технологические скважины предназначены для подачи в продуктивный пласт рабочих растворов.

Откачные скважины предназначены для подъема продуктивных растворов на поверхность.

Наблюдательные скважины предназначаются для наблюдений и контроля за условиями формирования продуктивных растворов или камер в пределах эксплуатационных блоков, гидродинамическим состоянием продуктивного горизонта, растеканием технологических растворов за пределы эксплуатационных участков и их возможным перетеканием в выше или ниже лежащие горизонты.

Контрольные скважины бурятся на отработанных участках для контроля полноты извлечения полезного компонента из недр, а также для решения других задач (исследование изменений рудовмещающих пород, контроль возможного загрязнения подземных вод и окружающей среды и др.).

Скважины для гидроразрыва пластов предназначены для увеличения поверхности контакта растворителя с породами продуктивных горизонтов путем образования искусственной пористости. При ПВ гидроразрыв пластов используется также для создания механических противодиффузионных завес.

Из различных способов бурения для сооружения геотехнологических скважин в настоящее время в основном применяется вращательное бурение с прямой промывкой.

Однако в связи с расширением областей применения геотехнологических методов добычи и с целью повышения их эффективности проводятся работы по разработке более прогрессивных способов бурения. К числу таких способов относятся: 1) вращательное бурение с обратной промывкой; 2) вращательное с продувкой воздухом; 3) ударно-вращательное; 4) вибрационное; 5) термическое; 7) термомеханическое и др.

Вращательное бурение с прямой промывкой применяется для бурения различных по твердости пород и находит широкое применение при проходке устойчивых пород. При разработке россыпных месторождений методом ПВ из-за недостаточной устойчивости стенок скважин и наличия различной величины валунов этот способ бурения имеет значительные недостатки, так как требует применения специальной технологии ведения работ. В качестве породоразрушающих инструментов (ПРИ) применяются долота (лопастные и шарошечные), а также различные пикобуры.

Вращательное бурение с прямой промывкой осуществляется с помощью различных буровых установок (роторных, шпиндельных). Для бурения мягких пород сплошным забоем широкое применение находят установки с роторными вращателями типа УРБ-3АМ, 1БА-15В, УБВ-600 и др.

Вращательное бурение с обратной промывкой особенно эффективно может быть применено при сооружении технологических скважин для ПВ металлов, что позволит уменьшить кольматацию продуктивных пластов, увеличить диаметры скважин и создавать фильтры с уширенным контуром гравийной обсыпки.

Для бурения скважин с обратной промывкой сконструирован буровой агрегат 1БА-15К. Можно также использовать буровые установки 1БА-15В, УКС-22М и др., приспособив их для этих целей. Кроме того, при бурении с обратной промывкой требуется применение специального инструмента и приспособлений (бурильные и ведущие трубы и др.).

Вращательное бурение с продувкой при сооружении технологических скважин повышает качество вскрытия продуктивных горизонтов, уменьшает затраты времени на освоение скважин и повышает технико-экономические показатели, особенно при сооружении технологических скважин ПВ.

Однако этому способу бурения присущи и значительные недостатки, связанные с его неприменимостью при бурении глинистых, песчано-глинистых и сыпучих пород и при встрече подземных вод.

Наиболее эффективными способами бурения скважин на россыпях могут быть ударно-забивное, ударно-канатное, виброударное, термическое, термомеханическое, электроимпульсное и др.

Основным средством борьбы с искривлением скважин является правильная конструкция низа бурильной колонны. Бурение скважин необходимо вести с обязательным применением утяжеленных бурильных труб. Диаметр УБТ должен быть близким к диаметру долота.

Для придания скважинам заданного направления при значительном несоответствии диаметров долота и труб очень часто предусматривается центрирование долота путем установки над долотом центраторов или фонарей, изготовленных из труб близкого к долоту диаметра. Центраторы могут также устанавливаться по длине УБТ или БТ на расстоянии друг от друга, равном длине полуволны изогнутой колонны труб.

Цель и задачи исследований

Целью работы является повышение эффективности бурения и сооружения геотехнологических скважин для отдельных горно-геолого-технологических условия разработки установлением оптимальных режимов бурения и применением специальных средств механизации сооружения скважин.

Задачи исследований:

1. Обзорный анализ научно-технической литературы и научно-исследовательских работ по бурению и сооружению геотехнологических скважин.
2. Анализ методов подземного выщелачивания при добыче полезных ископаемых и основных факторов в технологии бурения и сооружения геотехнологических скважин.
3. Анализ техники и технологии бурения геотехнологических скважин.
4. Типизация месторождений по гидрогеологическим и технологическим условиям.
5. Выбор и обоснование технологии бурения и бурового оборудования.
6. Обоснование способа и технических средства для крепления, цементирования, гидроизоляции и расширения геотехнологических скважин.
7. Разработка технических решений по повышению эффективности бурения и сооружения геотехнологических скважин.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

2.1 Исследования режимных параметров бурения скважин

В технологии бурение основными параметрами является режимные параметры т.е. осевая нагрузка на долота, частота вращения инструмента и режим эффективного удаления буровой мелочи.

Механическая скорость проходки при соответствующих осевой нагрузке и частоте вращения долота растет пропорционально гидравлической мощности, срабатываемой на долоте, и скорости истечения раствора из насадок долота. Чем большая часть давления затрачивается на долоте, тем выше скорость струи, тем лучше очистка забоя и больше гидромониторный эффект [17].

Частота вращения долота оказывает различное влияние на показатели бурения. Так, при бурении шарошечными долотами увеличение n ведет к соответствующему (пропорциональному) росту числа поражений забоя зубцами шарошек, скорости удара зубцов о породу, динамической составляющей (ударной) нагрузки на долото. Все это повышает эффект разрушения породы долотом, вызывает рост механической скорости проходки. Вместе с тем эти факторы резко сокращают долговечность долота.

При увеличении n соответственно уменьшается продолжительность τ контакта зубцов шарошек с породой (n и τ – обратно пропорциональные величины). Это снижает эффект разрушения породы, а следовательно, и механическую скорость проходки. При бурении в результате действия перечисленных факторов, обусловливаемых изменением n , получается очень сложная зависимость между n и v_m . В. С. Федоров, В. Ф. Дудин и Ф. Д. Зенков, рассматривая погружение рабочих элементов долота в породу как движение твердого тела в сопротивляющейся среде, установили, что углубление долота за один оборот δ можно выразить, в зависимости от частоты вращения в следующем виде:

$$\delta = A \left(1 - e^{-\frac{B}{n}} \right) \quad (2.1)$$

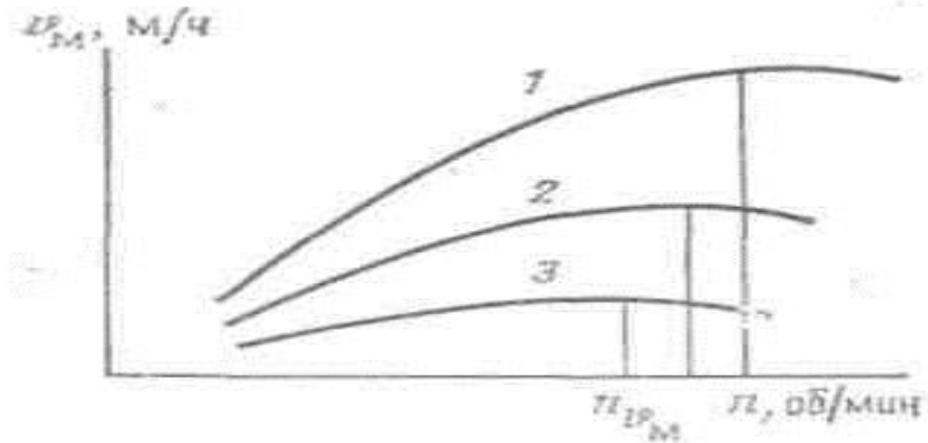
Механическая скорость проходки может быть выражена формулой

$$v_m = A \left(1 - e^{-\frac{B}{n}} \right) n \quad (2.2)$$

где $A = 55 \cdot 10^{-1}$ р, $B=0,09$; р – удельная нагрузка на долото, Н./м.

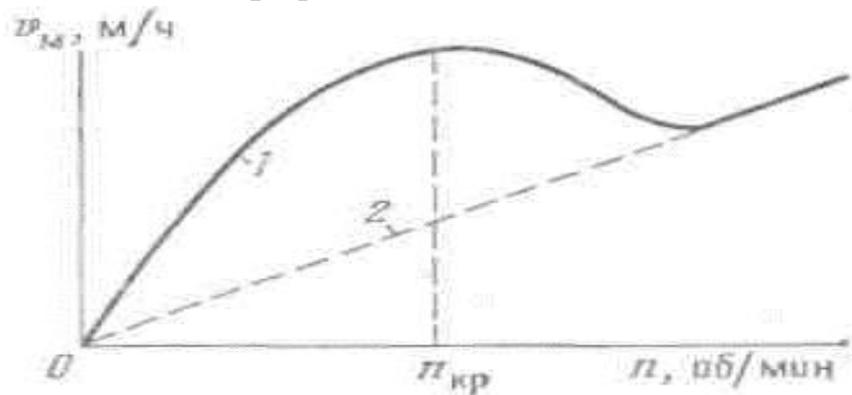
Графическое изображение зависимости $v_m=f(n)$ свидетельствует о наличии критического значения n , при котором $v_m = v_{m \max}$. Для мрамора $n_{кр}=100$ об/мин. С увеличением твердости и хрупкости породы $n_{кр}$ возрастает.

Значение $n\nu_m$ выше при больших нагрузках на долото (рис. 2.1).



1- $\nu_m=f(P_{д1};n_i)$; 2- $\nu_m=f(P_{д2};n_i)$; 3- $\nu_m=f(P_{д3};n_i)$. $P_{д1}<P_{д2}<P_{д3}$

Рис. 2.1. График зависимости ν_m от P_d и n :



1-кривая, соответствующая поверхностному разрушению породы; 2-
кривая, соответствующая объемному разрушению породы

Рис. 2.2. График зависимости ν_m от n :

Далее критическую частоту вращения долота будем обозначать: для механической скорости проходки $n\nu_m$, рейсовой скорости проходки n_v и проходки на долото h .

Формула (2.2) соответствует бурению с объемным разрушением породы.

При бурении турбобуром в мягких глинистых породах частоты вращения должны быть понижены. В хрупких и пластично-хрупких породах скорость ν_N проходки – возрастающая функция даже при увеличении $n>800$ об/мин.

Уменьшение углубления за один оборот d_n с ростом n обусловливается тем, что с увеличением n уменьшается продолжительность τ контакта зубцов шарошки с породой.

Связь между n и τ выражается (в с) в виде

$$\tau = \frac{60d_{ш}}{nZ} \quad (2.3)$$

где dm/D – отношение диаметров шарошки и долота; n – число зубцов на наибольшем венце шарошки.

Из соотношения (2.3) следует, что γ зависит не только от n , но и от диаметров долота и шарошек.

Очевидно, при прочих равных условиях чем больше z (меньше шаг), тем меньше n_v , наоборот, чем меньше $z \frac{d_m}{D}$, тем выше n_v . Следовательно, n_v зависит и от размеров долота.

Описанная зависимость $v_m = f(n)$ (2.2) относится к случаям объемного разрушения породы. Если бурят при сравнительно малых осевых нагрузках на долото, то при взаимодействии долота с породой наблюдается разрушение последней истиранием (поверхностное разрушение). В этом случае $b_{\pi} = b_o = \text{const}$, а следовательно, $v_m = n b_o$.

А. А. Минин и А. А. Погарский проводили исследования по разбуриванию разных пород на специальном стенде при частоте вращения долота до 4500 об/мин. Максимальная механическая скорость проходки при этом не превышала 48 м/ч. Следовательно, среднее углубление долота за один оборот составляло не более 0,2 мм. При таком темпе углубления долота происходило разрушение породы истиранием. опыты показали, что при разбуривании цементного камня, известняка и мрамора с увеличением n трехшарошечных долот от 500 до 4500 об/мин механическая скорость проходки увеличивается пропорционально росту n . При бурении в граните прямолинейная зависимость сохраняется при изменении n от 500 до 2500 об/мин. С увеличением n выше 2000 – 2500 об/мин механическая скорость проходки возрастает несколько медленнее роста n . Следовательно, для тех пределов, в которых на практике изменяется n , зависимость (2.2) хорошо подтверждается опытами.

Имея в виду, что на практике наблюдается как объемное разрушение, так и разрушение пород истиранием, общую закономерность $v_m = f(n)$ можно представить так, как это показано на рис. 2.3.

В процессе бурения механическая скорость проходки уменьшается при условии, что процесс ведется при $P = \text{const}$ и $n = \text{const}$. В этом случае снижение механической скорости проходки обуславливается только износом зубцов.

Относительное уменьшение механической скорости проходки происходит пропорционально времени и обратно пропорционально коэффициенту износа, т.е.

$$\frac{dv_m}{v_m} = -dt \frac{b}{\theta_t} \quad (2.4)$$

На основании опытных данных А. А. Минина и А. А. Погарского можно считать, что $1/\theta_t$ изменяется приблизительно пропорционально изменению нагрузки на долото; с изменением частоты вращения n величина $1/\theta_t$ увеличивается быстрее, чем растет ga , особенно при больших его значениях.

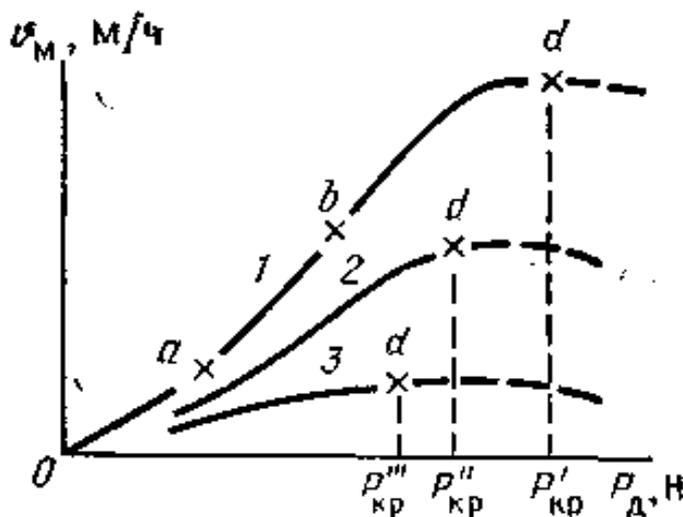


Рис. 2.3 График изменения механической скорости проходки v_M от осевой нагрузки P_d

Данные свидетельствуют о том, что и для проходки на долото существует критическое значение для n , и притом оно будет меньше, чем для механической скорости проходки.

2.2. Исследование основных факторов выбора буровых агрегатов

Важным требованием к буровому оборудованию для сооружения геотехнологических скважин является его высокая мобильность, быстрый монтаж, демонтаж и перевозка, высокий уровень механизации вспомогательных операций, а также наличие укрытий, так как сооружение скважин производится круглогодично.

Разбуриваемые горные породы по своим свойствам обладают большим разнообразием, но преобладают породы осадочного комплекса, что вызывает определенные требования к буровому оборудованию и в первую очередь необходимость в буровых насосах с высокой подачей.

Из современных буровых установок, выпускаемых промышленностью, наиболее полно требованиям технологии сооружения геотехнологических скважин отвечают буровые агрегаты УРБ-ЗАМ 1БА-15В, УРБ-ЗА2, УРБ-ЗА3, УБВ-600. Указанные буровые установки отвечают основным требованиям, предъявляемым к технологии бурения и оборудованию геотехнологических скважин. Самоходные установки обеспечивают возможность бурения

скважин большими диаметрами. Наиболее полно требованиям технологии сооружения эксплуатационных скважин при ПВ отвечает буровой агрегат 1БА-15В.

При бурении скважин установками роторного типа передача осевой нагрузки на долото осуществляется с помощью УБТ. В этом случае при неглубоких скважинах не представляется возможным обеспечить требуемые осевые нагрузки на долото для объемного разрушения породы на забое, в связи с чем имеются трудности в получении высоких скоростей бурения.

Повышению эффективности разрушения мягких пород при небольших осевых нагрузках может способствовать применение лопастных гидромониторных долот.

Опыт эксплуатации буровых агрегатов УРБ-ЗАМ, 1БА-15В, УБВ-600 в различных горно-геологических условиях выявил ряд недостатков, присущих этим агрегатам. Основными из них являются следующие: 1) недостаточный уровень механизации вспомогательных процессов; 2) отсутствие утепляемых укрытий; 3) значительные затраты времени на монтаж, демонтаж и перевозку агрегатов; 4) не в полной мере отвечают требованиям технологии оборудования эксплуатационных скважин добычными устройствами.

Отсутствие утепляемых укрытий и другие недостатки, присущие самоходным установкам с роторными вращателями, привели к тому, что для сооружения технологических скважин ПВ путем конструктивных изменений приспособляются и другие буровые агрегаты, например ЗИФ-650А, ЗИФ-650М, ЗИФ-1200А, ЗИФ-1200МР и др.

Ведутся работы по созданию специализированных буровых агрегатов для сооружения технологических скважин ПВ.

Технические характеристики самоходных буровых агрегатов с роторными вращателями приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

| Параметры | УРБ-ЗАМ | УРБ-ЗАЗ | УРБ-ЗА2 | 1БА-15В | УБВ-600 |
|-------------------------------------|--------------------------|---------|----------|---------|---------|
| Грузоподъемность, т: | | | | | |
| Номинальная | 5 | 6,5 | 6,3/12,5 | 12,5 | 32 |
| Максимальная | 8 | 13 | 10/20 | 20 | 50 |
| Основной способ бурения | Вращательный с промывкой | | | | |
| Рекомендуемая глубина бурения, м | 500 | 600 | 800 | 500 | 600 |
| Диаметр труб, мм | 60 | 60 | 60 | 73 | 114 |
| Рекомендуемые диаметры скважин, мм: | | | | | |
| Начальный | 243 | 243 | 243 | 394 | 490 |

| | | | | | |
|---|---------------------------|--|---|--|-----------------------------|
| Конечный | 93 | 93 | 93 | 194 | 214 |
| Транспортная база | Шасси МАЗ-500А | Шасси МАЗ-500А | Шасси МАЗ-500А | Шасси МАЗ-500А | КрАЗ-257 (2 шасси) |
| Силовой привод, тип | Дизель Д-54 | Дизель А- 41Г | ЯМЗ-236 | ЯМЗ-236/ Д- 108 | ЯМЗ-238 (2 двигателя) |
| Мощность, кВт | 39,7 | 66,2 | 77,2 | 77,2/79,4 | 110,3х2 |
| Частота вращения, об/мин | 1300 | 1750 | 1500 | 1500/1070 | 1500 |
| Удельный расход топлива, г/(кВт·ч) | 150,7 | 132,4 – 136 | 122,8 – 133 | 132,4 – 133 | 122,8 – 133 |
| Ресурс до капитального ремонта, ч | 5000 | 6000 | 8000 | 8000 | 8000 |
| Мачта | Секционная складывающаяся | | | Телескопическая наклонная | |
| Высота до оси кронблока, м | 16 | 18 | 18 | 18 | 22,4 |
| Подъем мачты | Гидродомкратом | | | | |
| Длина бурильной трубы/свечи, м | 4,5/9 | 6/12 | 6/12 | 6/12 | 12 |
| Механизм вращения | | Ротор | | | |
| Проходное отверстие стола, мм | 250 | 250 | 250 | 410 | 410 |
| Частота вращения, об/мин (прямые основные передачи) | 110, 190, 314 | 75, 150, 285 | 79, 160, 300 | 65, 130, 245 | 105, 183 |
| Число передач основных / вспомогательных | 4 | 4 | 4/4 | 4/4 | 2/3 |
| Крутящий момент (максимальный), Н·м | 3500 | 7000 | 4500 (7000) | 7000 (1000) | 1700 |
| Натяжение талевого каната максимальное, кН | 28 | 35 | 52 | 52 | 90/30 |
| Диаметр каната, мм | 15,5 | 18 | 18 | 18 | 25/13 |
| Емкость барабана, м | 100 | 150 | 150 | 150 | 200 |
| Оснастка талевой системы | 1х2 | 2х3 | 1х2/2х3 | 2х3 | 3Х4 |
| Скорость подъема крюка, м/с | 0,54 – 1,56 | 0,34 – 1,32 | 0,4 – 1,48 | 0,2 – 1,39 | 0,18 – 1,2 |
| Тип подачи | С тормоза лебедки | С тормоза лебедки и гидравличес кая | С тормоза лебедки и гидравл. (по заказу) | С тормоза гидравлическа я (по заказу) | С тормоза лебедки |
| Усилие подачи, кН: | | | | | |

| | | | | | |
|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| Вниз | – | 35 | 35 | 35 | – |
| Вверх | – | 50 | 50 | 50 | – |
| Ход подачи, м | На длину штанги | 0,6 или на длину штанги | 0,6 или на длину штанги | 0,6 или на длину штанги | На длину штанги |

Для бурения геотехнологических скважин используются также буровые станки, имеющие шпиндельные вращатели. В основном применяются буровые станки ЗИФ-650М и ЗИФ-1200МР.

Их основное преимущество перед установками с роторными вращателями заключается в наличии гидравлических механизмов подачи и средств механизации спуско-подъемных операций (СПО), а также электродвигателей в качестве привода основных механизмов. Другим важным преимуществом этих установок является возможность создания нормальных условий работы для обслуживающего персонала путем постройки передвижных буровых зданий.

Установки колонкового бурения применяются в основном для проходки разведочных скважин. Однако в последнее время для сооружения эксплуатационных скважин ПВ металлов используются модифицированные установки типа БПУ-650М и БПУ-1200М, изготовленные на базе буровых агрегатов ЗИФ-650А, ЗИФ-650М, ЗИФ-1200А, ЗИФ-1200МР. Глубины скважин при диаметре 243 – 295 мм в зависимости от применяемого бурового станка достигали 250 – 500 м. Основное буровое оборудование смонтировано в утепленном буровом здании, установленном на платформе на колесном ходу. Перевозка установки производится с помощью транспортных средств. В рабочем положении платформа установки снабжена гидравлическими опорами, которые подключены к гидросистеме бурового станка.

В состав бурового оборудования, установленного на платформе, входят: буровой станок, буровой насос НБ-32, электропривод бурового станка и бурового насоса. Из средств механизации СПО применяются трубооборот РТ-1200М и полуавтоматические элеваторы.

Мачта телескопическая, двухсекционная, высотой 18,7 м, грузоподъемностью 11 т. Изменение высоты мачты осуществляется путем выдвижения верхней секции мачты с помощью гидроцилиндров, смонтированных на платформе, или лебедки. Гидроцилиндры подъема мачты через распределитель подключены к гидросистеме бурового станка. Подъем и опускание мачты осуществляется с пульта управления.

Отапливается буровое здание двумя электрокалориферами типа СФОА, мощностью 25 кВт каждый. Питание бурового агрегата электроэнергией осуществляется от промышленной энергосистемы или от передвижной электростанции ЭСД-100.

Иногда в модифицированных установках колонкового бурения в качестве вращателя используется ротор типа Р-410 с проходным отверстием 410 мм от бурового агрегата 1БА-15В.

Применение модифицированных буровых агрегатов типа БПУ-650М и БПУ-1200М позволило повысить производительность сооружения технологических скважин ПВ и улучшить условия работы обслуживающего персонала.

Однако установки колонкового бурения не дают возможности использовать их при сооружении технологических скважин глубиной свыше 500 м при диаметре ствола 320 – 346 мм.

Техническая характеристика модифицированных буровых агрегатов и станков для бурения скважин из подземных горных выработок приведена в табл. 2.2.

Таблица 2.2

| Параметры | БПУ-1200М | БПУ-650М | БСК-2М-100 | НКР-100 |
|--|---|---|------------|-----------|
| Глубина бурения, м, при конечном диаметре скважины, мм: | | | | |
| 93 | 1500 | 650 | | |
| 152 – 190 | 700 | 500 | | |
| 46 | | | 100 | |
| 105 | | | | 50 |
| Диаметр бурильных труб, мм | 50; 63,5; 73 | 50; 63,5; 73 | 33,5; 42 | 43; 63,5. |
| Частота вращения бурового инструмента, об/мин | 75; 136; 231; 288; 336; 414; 516; 600 | 81; 118; 188; 254; 340; 460; 576; 800 | 300; 600 | 76 |
| Наибольшее усилие подачи, кН: | | | | |
| Вверх | 150 | 80 | | |
| Вниз | 50 | 30 | 12 | 6,0 |
| Грузоподъемность лебедки, т | 5,5 | 3,5 | Нет | |
| Скорость навивки каната на барабан, м/с | 0,7; 1,24; 2,1; 2,6; 3,04; 3,75; 4,7; 5,24 | 0,7; 0,95; 1,5; 2,04; 2,72; 3,7; 4,6; 6,24 | | |
| Мощность электродвигателя для привода бурового станка, кВт | 55 | 30 | 7,5 | |
| Расход воздуха, м ³ /мин | – | – | – | 6 |
| Тип бурового насоса | НБ-32 | НБ-32 | НБ-63/40 | |

| | | | | |
|---|----------------------------|----------|-----|---|
| Подача, л/мин | 540 | 540 | 63 | |
| Максимальное давление, МПа | 4,0 | 4,0 | 4,0 | |
| Приводная мощность, кВт | 32 | 32 | 3,0 | |
| Высота мачты, м | 18 | 18 | – | |
| Грузоподъемность, т | 11 | 11 | | |
| Механизм свинчивания и развинчивания труб | РТ-1200М | РТ-1200М | – | – |
| Транспортная база | Платформа на колесном ходу | | – | – |
| Укрытие | Буровое здание | | | |
| Отопление | Калорифер СФОА | | – | – |
| Мощность калорифера, кВт | 25 | 25 | – | – |

2.3. Исследование технологии сооружения геотехнологических скважин

На основании изучения горно-геологических характеристик и горно-технологических особенностей нами паройзведена типизация месторождений по трудности подготовки к разработки и отработки. табл 2.3.

При отработке месторождений ПИ методом ПВ особые требования предъявляются и к фильтрам буровых скважин.

На выбор проектных конструкций эксплуатационных скважин ПВ оказывают влияние следующие основные факторы: 1) геологические и гидрогеологические условия месторождения (физико-механические свойства слагающих пород, глубина залегания продуктивного пласта, наличие в разрезе водоносных горизонтов и др.); 2) принятая система отработки месторождения и схема размещения эксплуатационных скважин; 3) проектная производительность добычных скважин; 4) тип и конструкция раствороподъемных устройств; 5) географическое расположение месторождения; 6) назначение скважин и др.

Типизация горно-геологических факторов района работ

таблица 2.3

| Горно-геологические факторы | Характеристика горно-геологических факторов | Основные причины и виды осложнений | | |
|-----------------------------|---|------------------------------------|------------------------------|--------|
| | | Поглощение промывочной жидкости | Устойчивость стенок скважины | Прочее |
| | | | | |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| Геологическая характеристика пород, типа коллектора | <p>1. Рыхлые песчаные, песчано-гравийные, гравийно-щебнистые отложения, супеси, суглинки с дресвой и щебнем.</p> <p>2. Разрушенные трещиноватые, кавернозные и закарстованные скальные породы.</p> | <p>Степень поглощена зависит от гранулометрического состава фракций, наличия пенистой составляющей, КОЛИЧЕСТВА и мощности прослоев и лмв глин.</p> <p>Частичное - до $1-5 \cdot 10^3$ м³/ч; сильное - до 5-10 м³/ч. Степень поглощения зависит от характера трещиноватости, кавернозности, размеров полостей, наличия и состава 1_полнителя.</p> <p>Полное-до 15 м³/ч</p> | <p>Неустойчивые: из-за горного давления пород, недостаточного гидростатического давления промывочной жидкости, увлажнения пород фильтратом, набухания и снижения прочности глинистых пород.</p> <p>Неустойчивые: из-за горного давления вышележащих пород, сильной трещиноватости.</p> | <p>Образование сальников: прихваты бурового снаряда, скапливание шлама на забое, применение растворов с большой водоотдачей и образование на стенках скважины толстой глинистой корки.</p> <p>Кавернообразование, вывалы кусков породы, прихваты бурового снаряда.</p> |
| Гидродинамические параметры пластов | Наличие водоносных горизонтов в различных типах коллекторов с разной степенью обводненности (дебиты водоносных) | | Обрушение стенок: скважин из-за некачественной промывочной жидкости и возникающих при этом водопроявлений. | Водопроявления: недостаточное противодавление столба жидкости в скважине, высокая проницаемость пород. |
| Взаимодействие пластов | Наличие водоносных горизонтов с различными пьезометрическими уровнями | Возникновение пощечений при вскрытии нижележащих водоносных горизонтов в результате взаимодействия их с вышележащими | Обрушение стенок: скважин из-за некачественной промывочной жидкости и возникающих при этом сообщений водоносных | Внутрискважинные перегородки из водоносных горизонтов с более высоким гидростатическим давлением в слое с более низким давлением |

| | | | | |
|------------------------------------|---|--|--|---|
| Механические свойства горных пород | Сыпучие, плавучие, неустойчивые, пластичные, легкоразрушаемые породы | Возникновение по-ощений при обрушении стенок ь скважин | Обрушение стенок: скважин из-за некачественной промывочной жидкости и вы-соких скоростей спуско-подъемных операций | Набухание, снижение проч-ности глинистых пород, ползучесть породы и сужение ствола скважин, затяжки и прихваты бурового инструмента |
| Структурные свойства горных пород | Слоистые, трещиноватые, пористые, кавернозные, за-карстованные породы | Мощные поглощена промывочной з-шдкости: от гвшых до катастрофических | Обвалы стенок скважин. Вывалы кусков породы | Кавернообразовани е и обильный вынос породы, непрохождение бурового снаряда до забоя, прихваты |

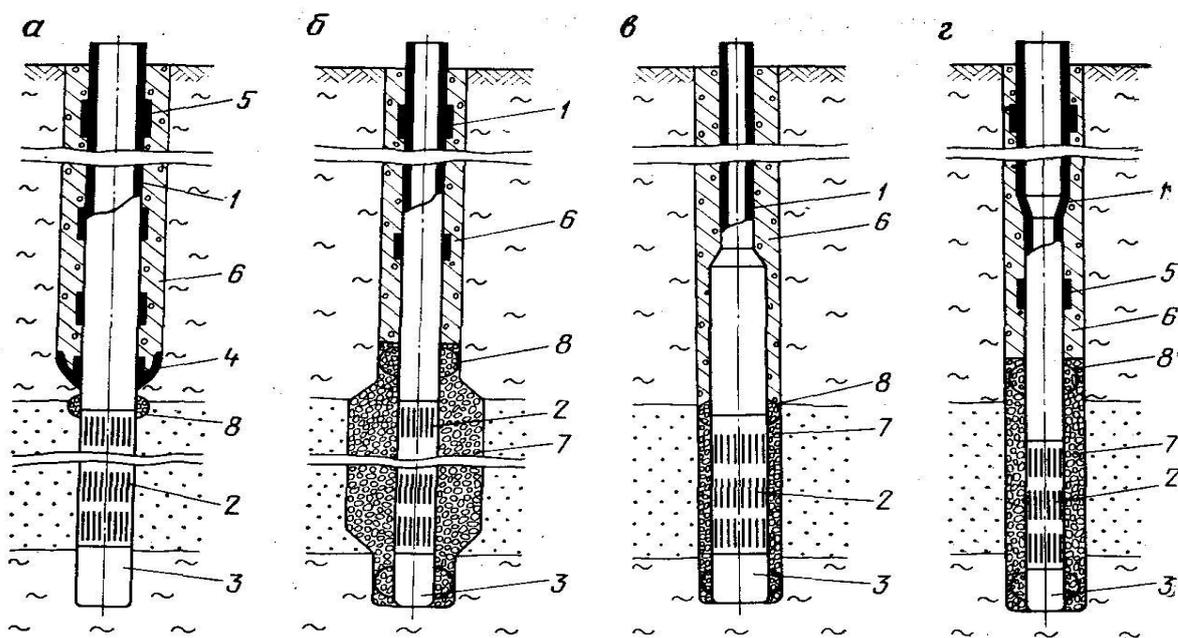
Конструкции откачных и нагнетательных технологических скважин отличаются только по диаметру применяемых эксплуатационных колонн: откачные скважины обычно оборудуются колоннами большего диаметра. Диаметры скважин и эксплуатационных колонн определяются размерами раствороподъемных устройств (эрлифты, погружные насосы и др.).

В качестве материала обсадных и эксплуатационных колонн при подземном выщелачивании наиболее широко используются полиэтиленовые трубы типа ПНП, серии С и Т; ПВХ серии С, Т, СТ,, стеклопластовые и металлопластовые трубы, ОТ из нержавеющей стали. ОТ применяются при кислотном выщелачивании в качестве обсадных (защитных) колонн, а при других способах выщелачивания могут использоваться и в качестве эксплуатационных колонн. В практике ПВ металлов в основном применяются одноколонные и двухколонные конструкции технологических скважин.

На рис. 2.4 показаны конструкции одноколонных эксплуатационных скважин, наиболее широко применяемых при подземном выщелачивании пластовых месторождений. В некоторых случаях при значительных глубинах залегания продуктивных горизонтов и наличии в разрезе неустойчивых пород устье скважины может быть оборудовано направляющей трубой и кондуктором. При сооружении эксплуатационных нагнетательных и откачных скважин с гидроизоляцией рабочих и продуктивных растворов с помощью манжет скважины бурят до рудного пласта диаметром 190 – 243 мм, а перебуривание рудного пласта осуществляется долотами меньшего диаметра (рис. 2.4 а).

Эксплуатационная колонна диаметром 110 – 140 мм оборудуется отстойником, фильтром, манжетой из кислотостойкой резины и утяжелителями. В месте перехода на уменьшенный диаметр скважины эксплуатационная колонна снабжается манжетой с удлиненным корпусом и впаянным в основание металлическим кольцом, которое обеспечивает необходимую прочность и жесткость. В тех случаях, когда посадка манжеты производится в верхний водоупор, представленный слабыми глинистыми породами, плечо должно отбуриваться выше предполагаемого места установки манжеты.

Основное назначение манжеты – создание гидроизоляции выше зоны движения продуктивных растворов. Поверх манжеты заливается гидроизоляционный материал. Интервал гидроизоляции, кроме специально оговариваемых случаев, обычно равен высоте от манжеты до динамического уровня подземных вод. Остальная часть затрубного пространства скважины может заполняться другим материалом, а устье скважины на глубину 2 – 3 м цементируется.



а – с гидроизоляцией при помощи пакера (манжеты); б – с гравийной обсыпкой фильтров; в – с комбинированной эксплуатационной колонной и эрлифтным подъёмом продуктивных растворов; г – с комбинированной эксплуатационной колонной и подъёмом продуктивных растворов с помощью погружных насосов: 1 – эксплуатационная колонна, 2 – фильтр, 3 – отстойник, 4 – разобщающая манжета с цементировочным устройством, 5 – утяжелитель, 6 – материал гидроизоляции, 7 – песчано-гравийная обсыпка, 8 – центратор

Рис. 2.4. Типовые конструкции одноколонных эксплуатационных скважин

ПВ:

Одноколонные конструкции нагнетательных и откачных технологических скважин ПВ с гидроизоляцией с помощью манжет обладают простотой и имеют небольшие затраты на их сооружение. Однако такие конструкции технологических скважин не дают возможности применять фильтры с гравийной обсыпкой, что снижает производительность и срок службы скважин. Такие конструкции технологических скважин в настоящее время чаще всего используются в качестве нагнетательных.

В последнее время технологические скважины ПВ оборудуются фильтрами с гравийной обсыпкой. С целью создания на забое скважины уширенного контура гравийной обсыпки призабойная зона скважины может предварительно расширяться (рис. 2.4. б).

Оборудование нагнетательных скважин гравийными фильтрами позволило увеличить приемистость скважины, при этом также увеличились срок службы скважины и работоспособность раствороподъемных устройств, особенно погружных насосов. Гидроизоляция зон движения рабочих и продуктивных растворов осуществляется после создания вокруг фильтра песчано-гравийной обсыпки путем заливки гидроизоляционного материала поверх слоя гравия.

Диаметры эксплуатационных колонн выбираются с учетом назначения скважин и применяемых добычных устройств (откачных, нагнетательных).

При сооружении нагнетательных скважин диаметр эксплуатационных колонн выбирается так, чтобы разместить внутри колонны раствороподающие устройства и обеспечить необходимую приемистость скважин (в продуктивный пласт должно быть подано в единицу времени необходимое количество раствора). В настоящее время при сооружении нагнетательных скважин диаметр эксплуатационных колонн колеблется в пределах 70 – 150 мм.

Для конструкции скважин, показанных на рис. 2.4, б, диаметры эксплуатационных колонн имеют величины 110 – 225 мм.

В глубоких скважинах при высоком динамическом уровне продуктивных растворов эксплуатационная колонна может быть комбинированной. Верхняя часть колонны выбирается большего диаметра для установки погружных насосов. Длина верхней части эксплуатационной колонны увеличенного диаметра устанавливается с учетом динамического уровня раствора в скважине, длины насоса, глубины погружения насоса ниже динамического уровня (3 – 5 м) и дополнительного понижения уровня в результате кольтматации фильтра. Собирается эта часть колонны в большинстве случаев из полиэтиленовых труб, длина которых определяется

предельной глубиной спуска труб данного типоразмера. Нижняя же часть эксплуатационной колонны соответствует диаметру фильтра (рис. 2.4, г). Материал труб нижней и верхней частей колонны также может различаться, обычно в нижней части устанавливаются более прочные трубы, например, из нержавеющей стали, стеклопластиковые и др.

В некоторых случаях при эрлифтном подъеме продуктивных растворов при использовании в качестве раствороподъемных труб эксплуатационных колонн возможно уменьшение диаметра колонны по сравнению с диаметром фильтра (рис. 2.4, в). Это устанавливается на основе расчетных соотношений диаметра воздухоподающих и раствороподъемных труб и производительности скважины.

Диаметр скважины под эксплуатационную колонну при одноколонных конструкциях зависит от диаметра и материала применяемых труб (полиэтиленовые, стеклопластиковые, из нержавеющей стали и др.);

Типа, диаметра и места установки утяжелителя для спуска полиэтиленовых колонн, применяемых способов цементирования и гидроизоляции зон движения рабочих и продуктивных растворов.

При применении системы отработки месторождений, в которых число откачных и нагнетательных скважин выбирается из соотношения 1:3, 1:4, 1:5, производительность откачных скважин должна быть соответственно в 3, 4 и 5 раз больше производительности нагнетательных скважин. На рис. 2.6. даны типовые конструкции высокодебитных скважин. При сооружении высокодебитных откачных скважин, оборудованных фильтрами с песчано-гравийной обсыпкой, находят применение конструкции, в которых предусмотрена обсадка ствола скважины до кровли продуктивного горизонта трубами из нержавеющей стали, стеклопластика и других, материал которых не подвержен разрушению при действии кислотных растворителей (рис. 2.3, а). Конструктивно башмак обсадной колонны выполняется меньшего диаметра для более надежной и легкой установки гидроизоляционного пакера.

Забуривание скважины и бурение до продуктивного горизонта обычно осуществляются долотами диаметром 295, 346, 394 мм. Затрубное пространство обсадной колонны цементируется. Дальнейшее бурение с целью вскрытия продуктивного горизонта осуществляется долотами диаметром 190 – 243 мм.

Интервал продуктивного пласта, в котором располагается каркас фильтра с гравийной обсыпкой, при необходимости расширяется.

Фильтр вместе с надфильтровым патрубком и отстойником опускают в скважину на БТ соединенных с надфильтровым патрубком с помощью

специального переходника, имеющего левую резьбу. Для обеспечения лучшего центрирования фильтра на забое скважины он снабжается двумя направляющими фонарями – на отстойнике и на надфильтровом патрубке (в верхней части).

Фронт технологического раствора - пространственное положение в определенный момент времени одновременно поданной в закачную скважину (или в закачные скважины) порции технологического раствора.

Дебит скважины(Q) - количество воды, выдаваемой скважиной в единицу времени в м³/час,л/сек.

$$Q = 2.73 * K_f * M * S / (\lg R - \lg r) \quad (2.5)$$

Где: K_ф - коэффициент фильтрации

M – мощность горизонта

S- понижение (H_д-H_с).

R- радиус влияния скважины при отборе воды

r- радиус скважины

Понижение – снижение уровня воды в скважине при отборе воды:

$$S = (H_d - H_c) \quad (2.6)$$

где: H_д – динамический уровень;

H_с – статический уровень.

Удельный дебит - количество воды, выдаваемой скважиной при понижении один метр

$$q = Q/S \quad (2.7)$$

Производительность насоса - количество воды откачиваемой насосом в единицу времени (дебит скважины должен быть больше или равен производительности насоса).

Взаимодействие откачных скважин – увеличение срезок уровня (увеличение динамического уровня) в каждой скважине при работе ряда скважин.

При взаимодействии ряда скважин срезки уровня от влияния суммируются.

По этой причине дебит скважин при освоении выше, чем при эксплуатации:

$$Q = q(S-t) \quad (2.8)$$

где t-это снижение уровня от работы соседней скважины.

2.4 Выводы по главе

1. Исследованием установлено оптимальные режимные параметры бурения геотехнологических скважин, определены аналитические

интегральные уравнения и графические зависимости механической скорости проходки v_m от осевой нагрузки P_d и частоты вращения бурового снаряда n .

2. Проведенные исследования основных факторов определяющие выбор буровых агрегатов для сооружения геотехнологических скважин в различных горно-геологических условиях показал наиболее требованиям технологии сооружения скважин отвечают агрегаты типа УРБ и ЗИФ с роторными и шпиндельными вращателями и их модернизированные типажи.

3. Предложены различные конструкции геотехнологических скважин в зависимости от типа месторождения горно-геологических условий, глубины и назначения скважины.

4. Исследованием установлено технология и последовательность выполнения работ по сооружению геотехнологических скважин.

5. Произведена типизация месторождений по горно-геологическим характеристикам.

6. Определены основные технологические параметры скважин и пространственное расположение добычных ячеек, дебит скважины, а так же пределы динамических и статических уровней.

3. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ БУРЕНИЯ И СООРУЖЕНИЯ ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

3.1 Методика выбора средств механизации и расчета оптимальных эксплуатационных показателей работы оборудования

Район работ сложен породами осадочного комплекса, включающими в себя неправильное чередование песчаников известняков, мергелей, иногда глин и глинистых сланцев. Породы преимущественно устойчивые, крепостью от III до VI. В отдельных местах приуроченных к контактам зон наблюдается повышенная трещиноватость (мощностью до 20 м). В данном месте возможно поглощение промывочной жидкости.

Водоносные горизонты предполагается в интервале 160÷190 м. Дебит – 30 м³/час. Статический уровень $H_{ст.} = 20$ м. Понижение уровня $\Delta H_d = 10$ м. Динамический уровень $H_d = 20+10 = 30$ м.

Коэффициент фильтрации – $L = 50$. Геологический разрез изучены и отбор керна при бурении производится не будет.

Механические свойства горных пород определяют на приборе УМП-3 с автоматической записью информации.

Твердость горной породы, определяется на одном и том же образце может значительно варьировать. Поэтому измерение ее производят несколько раз и результаты обрабатывают методами математической статистики. Отсюда можно найти величину, характеризующую степень пластичности, горной породы, - так называемый коэффициент пластичности.

Для быстрого определения твердости горных пород в полевых условиях служит прибор ОТ-ВИТР. Твердость породы определяют резанием стандартным абразивным диском. Прибор портативен и удобен, быстро определяет класс горной породы.

Характеристика горных пород, определенная по штампу приведена в табл. 3.1.

Таблица 3.1.

| Горная порода | Твердость по штампу мПа | Коэффициент пластичности К | Модуль упругости $E \cdot 10^{-4} Па$ | Удельная работа разрушения Дж/см ³ | Категория по буримости |
|---------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| Глина, сланец | 200 | 2,5 | 0,7 | 5,0 | III |
| Песчаник | 300 | 3,5 | 2,5 | 40,0 | IV-VI |
| Известняк | 2000 | 5,0 | 3,0 | 60,0 | V |
| Мергель | 1500 | 4,0 | 6,0 | 100,0 | VI |

Выбор и расчет фильтра и насоса.

Для эксплуатации скважин, рассчитанные многолетнюю работу, фильтры должны удовлетворять условия длительной эксплуатации и ремонта.

Наиболее надежными являются фильтры с круглой перфорацией при скваженности до 25% без обсыпки.

Учитывая диаметр скважины, а также дебит последней выбираем насос для водоподъем ЭЦН8; производительностью от 20÷63,0 м³/ч. наружный диаметр насоса – 186 мм. Мощность водоносного пласта составит:

$$H_d = H_{ст.} + \Delta H_d = 20 + 10 = 30 \text{ м.} \quad (3.1)$$

Диаметр эксплуатационной колонны, - учитывая диаметр бурения и дебит скважины, - выбираем – 219 мм – наружный и 203 мм внутренний.

Внутренняя глухая часть фильтра должна находиться выше башмака обсадной колонны не менее чем на 3 м. Между обсадной колонной и над фильтрованной трубой должен быть установлен сальник или кольцевой тампон. Длина отстойника принимается – 2 м.

Расчет размеров фильтра производится по формуле:

$$D_{\phi} = \frac{\alpha \cdot Q}{L} \quad (3.2)$$

где: D_{ϕ} – диаметр фильтра, мм.

α - коэффициент, характеризующий фильтрационные свойства водонасосного пласта (для пыльных пород средней проницаемости $\alpha = 50$).

L – длина фильтра, м.

Q – проектный дебит, м³/ч.

т.к. зазор между эксплуатационной колонной и фильтром должен быть ≈ 50 мм, то

$D_{\phi} = 203 - (50 \cdot 2) = 103$ мм, т.о. диаметр фильтра принимаем 108 мм, отсюда: длина рабочей части фильтра составит:

$$L_{\phi.p.} = \frac{\alpha \cdot Q}{D_{\phi}} = \frac{50 \cdot 30}{108} = 13,9 \text{ м,} \quad (3.3)$$

принимаем – 14 м.

Общая длина фильтра составит:

$$L_{\phi} = L_p + L_0 + L_1 = 14 + 3 + 2 = 19 \text{ м.} \quad (3.4)$$

т.е. фильтровая часть скважины выглядит так:

Выбор способа бурения.

Район работ хорошо изучен с геологической и гидрогеологической точек зрения. Кроме этого накоплен большой опыт бурения скважин вращательным способом, как по твердым полезным ископаемым, так и жидким. Производительность его в 3-5 раз выше, ударно-канатного способа проходка скважин на воду. Закупорка пор и трещин глинистым раствором, - ликвидируется специальными растворами.

Глубина скважины составит – 190 м, угол наклона – вертикальная. Искривление будет незначительным т.к. породы залегают горизонтально. Уточнение проходимых пород можно будет производить по шламу, вымываемому при промывке скважины.

Таким образом, выбираем вращательный способ бурения с применением шарошечных долот для эксплуатационной скважины. Обоснование проектной конструкции скважины.

Глубина эксплуатационных скважин в безнапорных водах определяется расстоянием до динамического уровня 4-5 м для размещения погружного насоса и расчетной длиной фильтра с отстойником.

Полная глубина составит:

$160 + 5 + 14 + 2 = 181$ м – принимаем 190 м.

Диаметр эксплуатационной колонны определяется исходя из диаметра насоса т.к. диаметр насоса – 186 мм выбираем эксплуатационную колонну и наружный диаметр – 219 мм, внутренний – 203 мм.

Размеры водоподъемных труб подбираются так, чтобы потери напора при движении жидкости, не превышали 8-10% от длины напорного трубопровода.

При вскрытии безнапорных вод, в верхней части фильтра размещается (насос устанавливается ниже динамического уровня). Поэтому фильтровая колонна становится эксплуатационной колонной составляющего размера.

Диаметр фильтровой колонны – 108 мм. Принимаем конечный диаметр бурения – 132 мм.

Количество, диаметры и глубина спуска промежуточной колонны определяются условиями бурения и необходимостью изоляции продуктивного пласта. При вращательном бурении стенки скважины поддерживаются в устойчивом состоянии за счет давления столба промывочной жидкости. Поэтому после посадки обсадной направляющей трубы в интервале $0 \div 5,0$ м, до кровли водоносного горизонта (то есть, до глубины – 165 м) скважина может иметь открытый, незакрепленный обсадочными трубами ствол.

Перед вскрытием пласта, опускают обсадные трубы и тампонируют затрубное пространство до глубины 165 м. Так как, обсадные трубы являются эксплуатационными, то начальный диаметр бурения составит:

$219 + 25 = 244$ мм – принимаем – 243 мм.

Таким образом, окончательная конструкция скважины будет иметь вид:

Выбор оборудования и инструмента.

Учитывая назначения скважины, глубина бурения и конструкцию скважины, а также, учитывая большой опыт подобных работ, – выбираем буровой станок 1БА – 15 В.

Техническая характеристика 1БА – 15 В.

| | |
|---|---------------|
| Глубина бурения | – до 500 мм; |
| Диаметр бурения max | – 394 мм; |
| Диаметр бурения min | – 132 мм; |
| Скорость подъема крюка при оснастке талей min | – 0,2 м/с; |
| Скорость подъема крюка при оснастке талей max | – 1,4 м/с; |
| Оснастка талевого системы | – 2х3; |
| Частота вращения min | – 65 об/мин; |
| Частота вращения max | – 245 об/мин; |
| Буровой насос БРН-2 | – 1 шт; |
| Грузоподъемность кронблока min | – 12,5 т; |
| Грузоподъемность кронблока max | – 20,0 т; |
| Высота до оси блока мачты | – 18 м; |
| Мощность силового привода | – 78,5 кВт. |

Техническая характеристика мачты.

| | |
|----------------------|---|
| Высота мачты | - 18,4 м; |
| Тип | - складная; |
| Мачта двухсекционная | - спуск и подъем – двумя гидродомкратами. |

Техническая характеристика насоса БРН-2.

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Число цилиндров | - 3 шт; |
| Теоретическая подача | - 780÷2580 л/мин; |
| Давление | - 11,3÷25 мПа; |
| Гидравлическая мощность | - 475 кВт; |
| Масса | - 18800 кг. |

Выбор колонны бурильных труб.

Учитывая способ бурения, тип буровой установки (самоходная), бурильные трубы выбираем в соответствии с рекомендациями технических характеристик буровой установки независимо от размеров запроектированных долот, то есть – бурильные трубы Ø 89 мм, - муфтово-замкового соединения. Для ускорения спускоподъемных операций, бурильные трубы свинчиваем в секции $6,0 \cdot 3 = 18,0$ м.

Техническая характеристика СБТМ-89.

| | |
|----------------------------|------------|
| Наружный диаметр | - 89 мм; |
| Внутренний диаметр | - 77 мм; |
| Масса 1 метра гладких труб | - 12,2 кг; |
| Длина труб | - 6 м; |
| Наружный диаметр замка | - 4,5 мм |

Техническая характеристика обсадных эксплуатационных труб.

| | |
|--------------------|------------|
| Наружный диаметр | - 219 мм; |
| Внутренний диаметр | - 203 мм; |
| Масса 1 метра труб | - 41,6 кг; |

Выбор вспомогательного и аварийного инструмента.

Для обеспечения процесса бурения скважины необходим вспомогательный и аварийный инструмент:

Вертлюг – будучи промежуточным звеном между вращательным и подъемным механизмами буровой установки служит верхней опорой для подвешенной на крюке бурильной колонны и обеспечивает подачу промывочной жидкости в ее внутренний канал.

К вспомогательному оборудованию относят технические средства для механизации спускоподъемных операций, подачи долота на забой, приготовления и очистки промывочной жидкости.

Для механизации СПО применяем комплексы АСП-3М, пневматические клинья автоматические буровые ключи АКБ-3 М 2, пневматический раскрепитель резьбовых соединений труб.

Ликвидация аварий с бурильными трубами (обрыв) осуществляется с помощью ловильных метчиков и колоколов, - правых и левых. Для уточнения характера аварии применяют печать.

Выбор породоразрушающего инструмента.

Исходя из конструкции скважины, способа бурения, типа буровой установки, высокий уровень отработки методики и при обязательном исполнении всех руководящих нормативных документов, - выбираем вращательный способ бурения шарошечными долотами.

Учитывая конструкцию скважины и категорию пород по буримости в инт. 0-5 м., - бурим трех шарошечным долотам $\varnothing 269$ мм – данный диаметр обусловлен необходимостью постановки направляющей трубы.

В интервале 5-120 м применяем трех шарошечное долото типа С, $\varnothing 243$ мм.

В интервале 120-165 м применяем трех шарошечное долото типа Т, Ø 243 мм.

В интервале 165-190 м применяется трех шарошечное долото типа Т, Ø 132 мм.

Технические характеристики долота С, Ø 243 мм.

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Категория пород по буримости | – III – V; |
| Удельная осевая погрузка | – 2,0 ÷ 2,1 кН/см ² ; |
| Частота вращения | – до 300 об/мин; |
| Масса | – 44 кг; |
| Окружная скорость вращения | – 0,8 ÷ 1,4 м/с. |

Техническая характеристика долота типа Т, Ø 243 мм.

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Категория пород по буримости | – VI-VII; |
| Удельная осевая погрузка | – 2,4 ÷ 2,5 кН/см ² ; |
| Частота вращения | – до 300 об/мин; |
| Масса | – 45 кг; |

Техническая характеристика долота типа Т, Ø 132 мм.

| | |
|------------------------------|----------------------------------|
| Категория пород по буримости | – VI ; |
| Удельная осевая погрузка | – 2,4 ÷ 2,5 кН/см ² ; |
| Частота вращения | – до 300 об/мин; |
| Окружная скорость вращения | – 0,6 ÷ 1,2 м/с. |

Выбор и расчет утяжеленных бурильных труб (УБТ).

Для создания осевой погрузки и увеличения жесткости нижней части бурового снаряда, снижения искривления скважинк принимаем утяжеленнке бурильнке трубок (УБТ), которке устанавливаются между коллоной ибурильнкх труб и долотом.

Длина колоннк УБТ определяется по формуле:

$$L_{УБТ} = \frac{k \cdot P}{g \cdot q_{УБТ} \cdot \left(1 - \frac{\rho_{жс}}{\rho}\right) \cdot \cos Q}, \quad (3.4)$$

где: k – коэффициент увеличения веса колонны УБТ относительно осевой нагрузки (k=1,25).

$q_{УБТ}$ - масса 1 м трубы

$\rho_{жс}$ - плотность промывочной жидкости ($\rho_{жс} = 1,15 \text{ г/см}^3 = 1150 \text{ кг/м}^3$)

$\rho_{ст}$ - плотность стали = 7850

Q - величина cos угла наклона = 1

ρ - удельная осевая нагрузка = 25000

М. к. диаметр простых бурильных труб принят 89 мм, то и УБТ припишем 89 мм. Выбираем комплект УБТ-РПУ-89мм.

Техническая характеристика УБТ-РПУ-89

| | |
|------------------|------------|
| Наружный диаметр | - 89 мм. |
| Толщина стенки | - 22 мм. |
| Длина трубы | - 4625 мм. |
| Масса 1м трубы | - 35,6 кг. |

$$L_{убт} = \frac{1,25 \cdot 25000}{9,81 \cdot 35,6 \cdot \left(1 - \frac{1150}{7850}\right)} = 100 м \quad (3.5)$$

Число труб в колонке УБТ составит $n = L_{убт}/L$ – длина одной трубы.
 $n = 100 : 4,625 = 21,8$ принимаем 22 трубы.

Проверочный расчёт буровой мачты.

Необходимо провести расчёт мачты по грузоподъёмности. Нагрузка на крюке при подъёме бурильных труб из скважины определяется по формуле: $Q_{кр} =$

$$K_{дон} \cdot l \cdot q_{bt} \cdot l_{bt} \cdot \left(1 \cdot \frac{P_{ж}}{P_{м}}\right) \cdot \cos Q_{ср} \cdot (1 + f \cdot \operatorname{tg} Q_{ср}) (H) \quad (3.6)$$

Где: q_{bt} – вес 1м гладкой части бурильных труб. ($q_{bt} = 122$ н/м)

L – коэффициент, учитывающий вес соединений бурильных труб (для муфтового – замкового соединения $L = 1.15$)

$P_{м}$ плотность материала труб (стальные $P_{м} = 7850$ кг/м³)

$P_{ж}$ плотность промывочной жидкости (глинистый раствор $P_{ж} = 1150$ кг/м³)

$Q_{ср} = \frac{Q_n + Q_k}{2}$ – средней зенитный угол скважины. Принимаем $Q_{ср} = \frac{0+0}{2} = 0^\circ$

f – коэффициент трения бурильных труб о стенки скважины ($f = 0.20$)

$K_{дон}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления при подъёме бурильных труб (для вертикальных скважин, пробуренных в устойчивых породах $K_{дон} = 1,30$)

$$Q_{кр} = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 122 \cdot 190 \cdot \left(1 \cdot \frac{1150}{7850}\right) \cdot 1,0 \cdot (1 + 0,20 \cdot 0) \approx 35493 N \quad (3.7)$$

или = 35,5кN. а с учётам УБТ

$$Q_{кр} = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 356 \cdot 100 \cdot \left(1 \cdot \frac{1150}{7850}\right) \cdot 1,0 \cdot (1 + 0,20) \approx 54510 N \quad (3.8)$$

или =54,5 кN

Мачта, входящая в комплект буровой установки, удовлетворяет расчетным требованиям.

Определяем нагрузку на кронблочную раму мачты в том, случае если свободный конец закреплён на подвижном блоке.

$$Q = Q_{кр} \cdot \left(1 + \frac{1}{m + \eta}\right) \quad (3.9)$$

где: $Q_{кр}$ = максимальная нагрузка на крюке ($Q_{кр} = 54,5 \text{ кН}$) или 54500 Н .

m - число подвижных струп тыловой оснастки.

η - коэффициент полезного действия (КПД) тыловой оснастки $\eta = 0,92$.

$$m = \frac{Q_{кр}}{P_{л} \cdot \eta} \quad (3.10)$$

где: $P_{л}$ – макс. Грузоподъёмность лебёдки станка.

$$m = \frac{54500}{200000 \cdot 0,92} \approx 0,30 - \text{принимаем одну ветвь.}$$

$$Q = 54500 \left(1 + \frac{1}{1 + 0,92}\right) \approx 82885 \text{ Н или } \approx 82,9 \text{ кН.}$$

Данная нагрузка, также допустима для выбранной нами мачты

Выбор параметров режима бурения

Под параметрами подразумевается: осевая нагрузка на пародоразрушающий инструмент, частота вращения и расход счетного факта. Умело манипулируя указанными параметрами можно добиться повышения технико-экономических показателей бурения. Параметры режима бурения зависят от разновидностей и устанавливаются согласно характеристики бурового станка и насоса. Частота вращения при бескерновом бурении определяется по формуле:

$$n \approx \frac{60 \cdot V}{\pi \cdot D_{к}} \quad (\text{об/минуту}) \quad (3.11)$$

где: V – рекомендуемая окружная скорость долота (тип С – 1 м/с) (тип Т – 1 м/с), $D_{к}$ - наружный диаметр долота ($D_{д} = 0,243$; $k = 0,132 \text{ м}$).

Осевая нагрузка на долото определяется в зависимости от удильной нагрузки по формуле:

$$C_{ос} = C_{ay} \cdot D_{д} \quad (\text{кН}) \quad (3.12)$$

где: $C_{осy}$ – удельная нагрузка на 1 см диаметра долота (для типа С = $2,0 \text{ кН/см}$, для типа Т = $2,4 \text{ кН/см}$), $D_{д}$ = диаметр долота ($24,3 \text{ см}$, $13,2 \text{ см}$).

Расход промывочной жидкости.

Определяется в зависимости от скорости выходящего потока в кольцевом зазоре.

$$Q = \frac{\pi}{4} (D_{д}^2 - \eta^2) \cdot V_{в} \quad (\text{л/минуту}) \quad (3.13)$$

где: $D_{д}$ = диаметр скважины (долота) ($2,43 \text{ Дм}$ и $1,32 \text{ Дм}$)

η = диаметр бурильных труб ($\eta = 0,89$ Дм)

V_b = скорость выходящего потока (с учетом глубины скважины и категории пород) наш разрез выполнен устойчивыми монолитными породами по всему разрезу, поэтому V_b - принимаем 300 Дм/мин или 0,5 м/с.

Рассмотрим теоретические параметры бурения по интервалам, в зависимости от категории пород и разновидностей пород.

В интервале 0-21 м присутствуют глинистые сланцы, III – категории по буримости. Принимаем долото типа С ф – 243 мм.

$$n = \frac{60 \cdot 1}{3.14 \cdot 0.243} \approx 79 \text{ об / мин}, \text{ принимаем } 65 \text{ об/мин}$$

$$Coc = 2,0 \cdot 24,3 \approx 48,6 \text{ кН}$$

$$Q = \frac{3.14}{4} (2.43^2 - 0.89^2) \cdot 300 \approx 1204 \text{ л / мин}$$

В интервале 21-60 м, присутствуют тычинки IV – категории, бурим долотом типа С, ф-243 мм.

$$n = \frac{60 \cdot 1}{3.14 \cdot 0.243} \approx 79 \text{ об / мин}, \text{ принимаем } 80 \text{ об/мин}$$

$$Coc = 2,0 \cdot 24,3 \approx 48,6 \text{ кН}, \text{ принимаем } 49,0 \text{ кН}$$

$$Q = \frac{3.14}{4} (2.43^2 - 0.89^2) \cdot 300 \approx 1204 \text{ л / мин}$$

В интервале 60-120 м, присутствуют известняки V категории, бурим долотом типа С, ф-243 мм.

$$n = \frac{60 \cdot 1}{3.14 \cdot 0.243} \approx 79 \text{ об / мин}, \text{ принимаем } 65 \text{ об/мин}$$

$$Coc = 2,0 \cdot 24,3 \approx 48,6 \text{ кН}, \text{ принимаем } 49,0 \text{ кН}$$

$$Q = \frac{3.14}{4} (2.43^2 - 0.89^2) \cdot 300 \approx 1204 \text{ л / мин}$$

В интервале 120-165 м, отмечены известняки VI – категории по буримости, поэтому бурим долотом типа Т, ф-243 мм.

$$n = \frac{60 \cdot 1}{3.14 \cdot 0.243} \approx 79 \text{ об / мин}, \text{ принимаем } 80 \text{ об/мин}$$

$$Coc = 2,4 \cdot 24,3 \approx 58,3 \text{ кН}, \text{ принимаем } 60 \text{ кН}$$

$$Q = \frac{3.14}{4} (1.32^2 - 0.89^2) \cdot 300 \approx 224 \text{ л / мин}, \text{ принимаем мин. } 780 \text{ л/мин}$$

Таким образом, рассчитав теоретические выкладки режимов бурения по всем разновидностям, пород и категорий мы приходим к выводу, что выбранный буровой агрегат и насос способны справиться с такими параметрами работы.

Определения мощности на привод станка

Мощность двигателя, необходимая в процессе собственно бурения, складывается из трёх основных составляющих: $N_b = N_z + N_t + N_{ст}$ (кВт)

Где: N_z – мощность, реализуемая на забое скважины

N_T – мощность, на вращении колонны бурильных труб в скважине.

$N_{ст}$ – мощность, потребляемая трансмиссии и других узлах бурового станка.

(При расчётах мощности берём максимальные значения осевой погрузки, частоты вращения, диаметра скважины, диаметра бурильных и УБТ труб, веса бурильных и УБТ труб.)

При бескерновом бурении шарошечными долотами

$$N_z = 10^{-3} \cdot M \cdot P \cdot n \cdot D_2 \quad (\text{кВт}) \quad (3.14)$$

где: M – коэффициент трения резцов долота о породу забоя (так как большая часть геологического разреза сложена песчаниками и известняками принимаем $M = 0,3$).

P – осевая нагрузка на долото ($P = 5830$ Дан)

n – чистота вращения долота ($n = 80,0$ об/мин)

D_2 – наружный диаметр долота ($D_2 = 0,243$ м.)

$$N_z = 0,001 \cdot 0,3 \cdot 58,30 \cdot 80,0 \cdot 0,243 \approx 34,0 \text{ кВт}$$

Мощность на вращении колонны бурильных труб в скважинах

$$N_T = N_{хв} + N_{дон} \quad (\text{кВт}) \quad (3.15)$$

где: N_x – мощность на холостые вращения

$N_{хв}$ – мощность, на вращения сжатой части бурильной колонны.

$$N_{дон} = 2,45 \cdot 10^{-4} \cdot P \cdot n \cdot b \quad (\text{кВт}) \quad (3.16)$$

Где: b – радиальный зазор (м)

D_2 – диаметр скважины

D_2 – наружный диаметр бурильных труб ($D_2 = 0,089$ м)

$$\delta \approx \frac{D_2 \eta_2}{2} \approx \frac{0,243 - 0,089}{2} \approx 0,07 \text{ м} \quad (3.17)$$

Для определения границы раздела зон частот вращения колонны бурильных труб - η_0

$$\eta_0 \approx \frac{0,35 \cdot 10^3 \eta_2^2}{\delta} \quad (\text{об / мин}) \quad (3.18)$$

$$\eta_0 \approx \frac{0,35 \cdot 10^3 \cdot (0,089)^2}{\delta} \approx 40 \quad (\text{об / мин})$$

т.к. у нас частоты вращения в диапазоне $65 \div 80,0$ (об/мин), т.е. $n < \eta_0$, поэтому принимаем формулу для высоких частот вращения.

$$N_{хв} \approx \eta \cdot (2 \cdot 10^{-6} \cdot \gamma \cdot \delta \cdot n^2 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot \gamma \cdot \eta_2^2 \cdot n) \cdot L \quad (\text{кВт}) \quad (3.19)$$

Где: длина ствола скважины ($L = 190$ м)

η_c - коэффициент учитывающий влияние смазки и промывочной жидкости (для глиняного раствора $\eta_c = 1,0$)

γ - масса 1м бурильной колонны т.к. 100м скважинных приходится на УБТ, отсюда:

$$\begin{aligned} 100\text{м} \cdot 35,6 \text{ кг} &= 3560 \text{ кг} \\ 90\text{м} \cdot 12,2 \text{ кг} &= 1098 \text{ кг} \\ &= 4658 \text{ кг} \end{aligned}$$

4658: 190 = 24,5 кг – средневзвешенный вес 1 м бурильных и УБТ труб.

$$N_{хв} \approx 1,0 \cdot (2 \cdot 10^{-6} \cdot 24,5 \cdot 0,07 \cdot (80)^2 + 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 24,5 \cdot (0,089)^2 \cdot 80) \cdot 190 \approx 6,5 \text{ кВт}$$

Отсюда: $N_T = 8,0 + 6,5 = 14,5 \text{ кВт}$.

Мощность, потребляемая в трансмиссиях и других узлах бурового станка рассчитывается по формуле:

$$N_{сст} = B_{ст} \cdot n \text{ (кВт)} \quad (3.20)$$

где: $B_{ст}$ – опытный коэффициент, характеризующий переменные потери в станке ($B_{ст} = 0,01 \text{ кВт мин/об.}$)

$$N_{сст} = 0,01 \cdot 80 \approx 0,8 \text{ кВт}$$

отсюда: $N_6 = 34,0 + 14,5 + 0,8 = 49,3 \text{ кВт}$.

Мощность выработанного нами бурового агрегата составляет 78,5 кВт.

Организация промывки скважины

Наиболее приемлемым способом очистки скважины от шланга до водоносного горизонта (т.е. 0 ÷ 165м) является малоглинистый растворов с использованием местных монтмориллонитовых и бентонитовых глин, - с плотностью раствора $\rho_p = 1,15 \text{ г/см}^3$

В интервале вероятной встречи водоносного пласта 165 ÷ 190м, необходима промывка технической водой $\rho_p = 1,0 \text{ г/см}^3$

Количество промывочной жидкости определяем по формуле:

$$V_p = 2 \cdot V_c + V_{ос} + n_c^2 \cdot V_c \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.21)$$

где: V_c – объем проектной скважины

$V_c = V_1 + V_2 + V_3 \text{ (м}^3\text{)}$, где: V_1, V_2, V_3 – поинтервальные объемы.

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L_1 = \frac{3,14 \cdot (0,269)^2}{4} \cdot 5 \approx 0,284 \text{ м}^3$$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot (0,243)^2}{4} \cdot (165 - 5) \approx 7,417 \text{ м}^3$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot (0,132)^2}{4} \cdot 15 \approx 0,205 \text{ м}^3, \text{ отсюда:}$$

$$V_c = 0,284 + 7,417 + 0,205 = 7,9 \text{ м}^3$$

2 – коэффициент, учитывающий запас промывочной жидкости на буровой.

$V_{ос}$ – объем очистной системы (это желоба очистные и приемные емкости)

$$V_{ос} = 8 \text{ м}^3.$$

n_c - чистота системы промывочной жидкости ($n_c = 2$)

$$V_p \approx 2 \cdot 7,9 + 2^2 \cdot 7,9 + 8 \approx 55,4 \text{ м}^3$$

При бурении в условиях погашения промывочной жидкости, $V_{п}$ – потери промывочной жидкости принимаем равными 4% от объема промывочной жидкости.

т.о. $55,4 \cdot 4\% \approx 2,2 \text{ м}^3$ - потери раствора

Общее количество раствора на всю скважину составит:

$55,4 + 2,2 = 57,6 \text{ м}^3$, что на 1 п.м. составит $57,6 : 165 = 349 \text{ л.}$ или $0,349 \text{ м}^3$

Количество глины, необходимые для приготовления 1 м^3 раствора заданной плотности ($P = 1,15 \text{ г/см}^3$) определяем по формуле:

$$P_r = \frac{P_r \cdot (P - P_v)}{P_r - P_v} \quad (Т) \quad (3.21)$$

Где: P_r , P_v , P – плотность соответственно воды – $1,0 \text{ т/ м}^3$, глины – $2,5 \text{ т/ м}^3$, заданной – $1,15 \text{ т/ м}^3$.

$P_r = \frac{2,5 \cdot (1,15 - 1,0)}{2,5 - 1,0} = 0,25 \text{ т/ м}^3$ или 250 кг на 1 м^3 раствора, отсюда:

250 кг. на 1 м^3 раствора

$X \text{ кг}$ на $57,6 \text{ м}^3$ раствора

$X = \frac{250 \cdot 57,6}{1} \approx 14400 \text{ кг}$ или $14,4 \text{ т.}$ глины, на все скважины и соответственно:

$14400 : 165 = 87 \text{ кг}$ на $1,0 \text{ п.м.}$ скважины.

Необходимый объем воды V_v для приготовления 1 м^3 глинистого раствора плотностью $P = 1,15 \text{ т/м}^3$ можно определить по формуле:

$V_v = \frac{P_r - P}{P_r - P_v} = \frac{2,5 - 1,15}{2,5 - 1,0} = 0,9 \text{ т}$ или 900 л. отсюда:

900 л. – 1 м^3 раствора

$X \text{ л}$ – $57,6 \text{ м}^3$ раствора

$X = \frac{900 \cdot 57,6}{6} \approx 51840 \text{ л. или } \approx 51,8 \text{ т}$ на всю скважину и соответственно:

$51840 : 165 = 314 \text{ л.}$ воды на 1 п. м. скважины.

Буровой раствор будет изготавливаться централизованно на глиняном заводе и доставляться на буровую автотранспортом в цистернах.

Применяет также электромашинный регулятор РПДЭ-3. Он позволяет осуществлять плавную непрерывную подачу инструмента, поддерживая заданную нагрузку или скорость подачи.

Техническая характеристика УБТ-РПУ-89

| | |
|------------------|------------|
| Наружный диаметр | - 89 мм. |
| Толщина стенки | - 22 мм. |
| Длина трубы | - 4625 мм. |
| Масса 1м трубы | - 35,6 кг. |

$$L_{убт} = \frac{1,25 \cdot 25000}{9,81 \cdot 35,6 \cdot \left(1 - \frac{1150}{7850}\right)} = 100_m \quad (3.22)$$

Число труб в колонке УБТ составит $n = L_{убт}/L$ – длина одной трубы.

$n = 100 : 4,625 = 21,8$ принимаем 22 трубы.

Проверочный расчёт буровой мачты.

Необходимо провести расчёт мачты по грузоподъёмности. Нагрузка на крюке при подъёме бурильных труб из скважины определяется по формуле:

$$Q_{кр} = K_{дон} \cdot l \cdot q_{bt} \cdot l_{bt} \cdot \left(1 \cdot \frac{P_{ж}}{P_m}\right) \cdot \cos Q_{ср} \cdot (1 + f \cdot \operatorname{tg} Q_{ср}) (H) \quad (3.23)$$

Где: q_{bt} – вес 1м гладкой части бурильных труб. ($q_{bt} = 122$ н/м)

L – коэффициент, учитывающий вес соединений бурильных труб (для муфтового – замкового соединения $L = 1,15$)

P_m плотность материала труб (стальные $P_m = 7850$ кг/м³)

$P_{ж}$ плотность промывочной жидкости (глинистый раствор $P_{ж} = 1150$ кг/м³)

$Q_{ср} = \frac{Q_n + Q_k}{2}$ – средней зешатный угол скважины.

Принимаем $Q_{ср} = \frac{0 + 0}{2} = 0^0$

f – коэффициент трения бурильных труб о стенки скважины ($f = 0,20$)

$K_{дон}$ – коэффициент, учитывающий дополнительные сопротивления при подъёме бурильных труб (для вертикальных скважин, пробуренных в устойчивых породах $K_{дон} = 1,30$)

$Q_{кр} = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 122 \cdot 190 \cdot \left(1 \cdot \frac{1150}{7850}\right) \cdot 1,0 \cdot (1 + 0,20 \cdot 0) \approx 35493N$ или $= 35,5$ кN. а с учётам

УБТ $Q_{кр} = 1,3 \cdot 1,15 \cdot 356 \cdot 100 \cdot \left(1 \cdot \frac{1150}{7850}\right) \cdot 1,0 \cdot (1 + 0,20) \approx 54510N$ или $= 54,5$ кN

Мачта, входящая в комплект буровой установки, удовлетворяет расчетным требованиям.

Определяем нагрузку на кран балочную раму мачты

$$Q = Q_{кк} \cdot \left(1 + \frac{1}{m + \eta}\right) (N) \quad (3.24)$$

в том, случае если свободный конец закреплён на подвижном блоке.

Где: $Q_{кр}$ = максимальная нагрузка на крюке ($Q_{кр} = 54,5$ кN) или 54500 N.

m - число подвижных струп тыловой оснастки.

η - коэффициент полезного действия (КПД) тыловой остнастки $\eta = 0,92$.

$m = \frac{Q_{кр}}{P_l \cdot \eta}$ где: P_l – мах. Грузоподъёмность лебёдки станка.

$$m = \frac{54500}{200000 \cdot 0,92} \approx 0,30 - \text{принимаем одну ветвь.}$$

$$Q = 54500 \left(1 + \frac{1}{1+0,92} \right) \approx 82885 \text{ N или } \approx 82,9 \text{ кN.}$$

Данная нагрузка, также допустима для выбранной нами мачты

3.2.Области применения породоразрушающих инструментов

Породоразрушающие инструменты, называемые буровыми долотами, предназначены для разрушения горных пород при бурении скважин.

Делятся по *назначению*:

- для бурения сплошным забоем
- для бурения кольцевым забоем
- долота специального назначения

и *воздействию на горные породы*:

- 1)Долота режуще-скалывающего назначения
- 2)Долота дробяще-скалывающего действия
- 3)Долота режуще-истирающего действия

По конструктивному исполнению бывают

- Шарошечные
- Лопастные
- Алмазные

Количество шарошек

одношарошечные

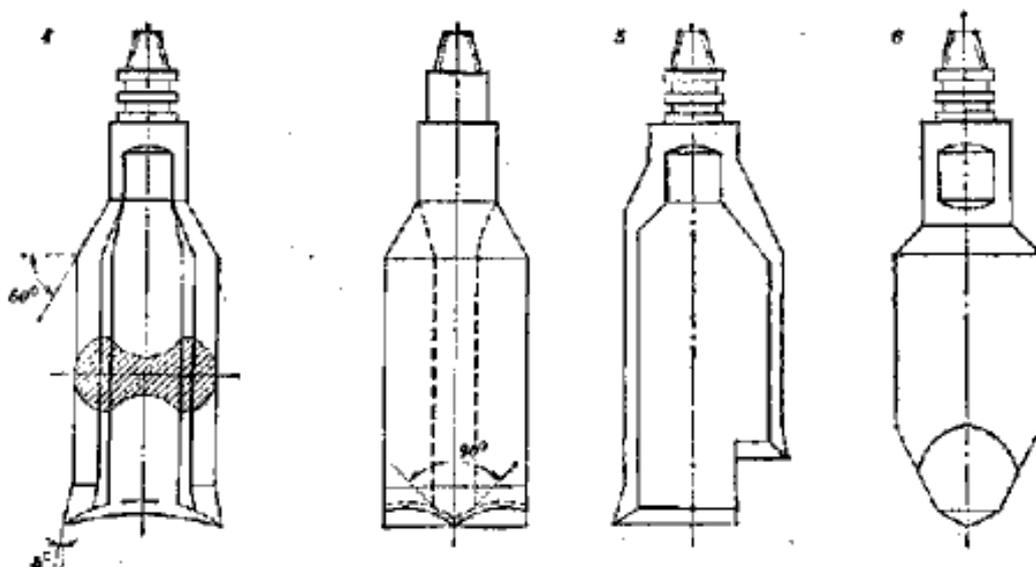
двухшарошечные

трехшарошечные

Распределение промывочных и продувочных каналов

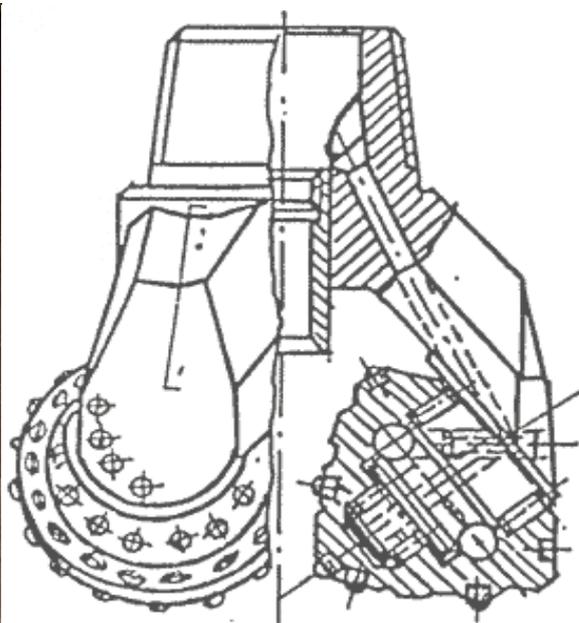
- ⊙ С центральной промывкой-Ц
- ⊙ С боковой гидромониторной промывкой-Г
- ⊙ С боковой продувкой-БП

◎ С центральной продувкой- П

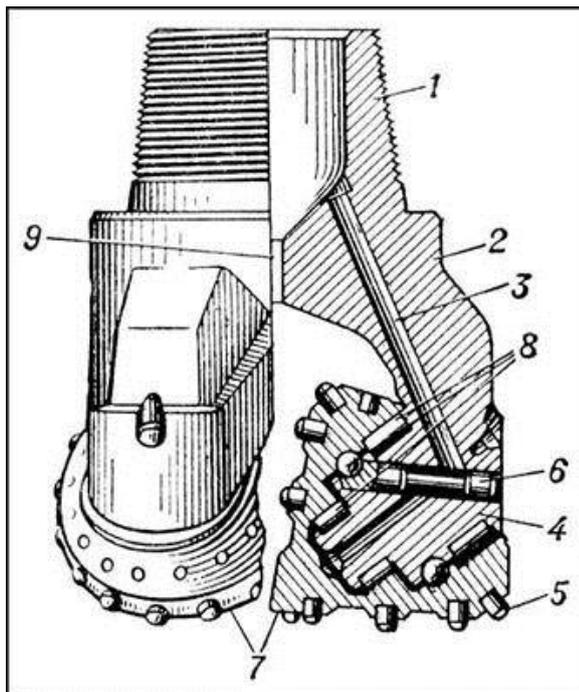


Буровые долота: 1 — зубильное (плоское); 2 — двутавровое; 3 — крестовое; 4 — скругляющее; 5 — эксцентричное; 6 — пирамидальное

Долото с твердосплавными зубьями, предназначенное для абразивных пород



Трёхшарошечное долото



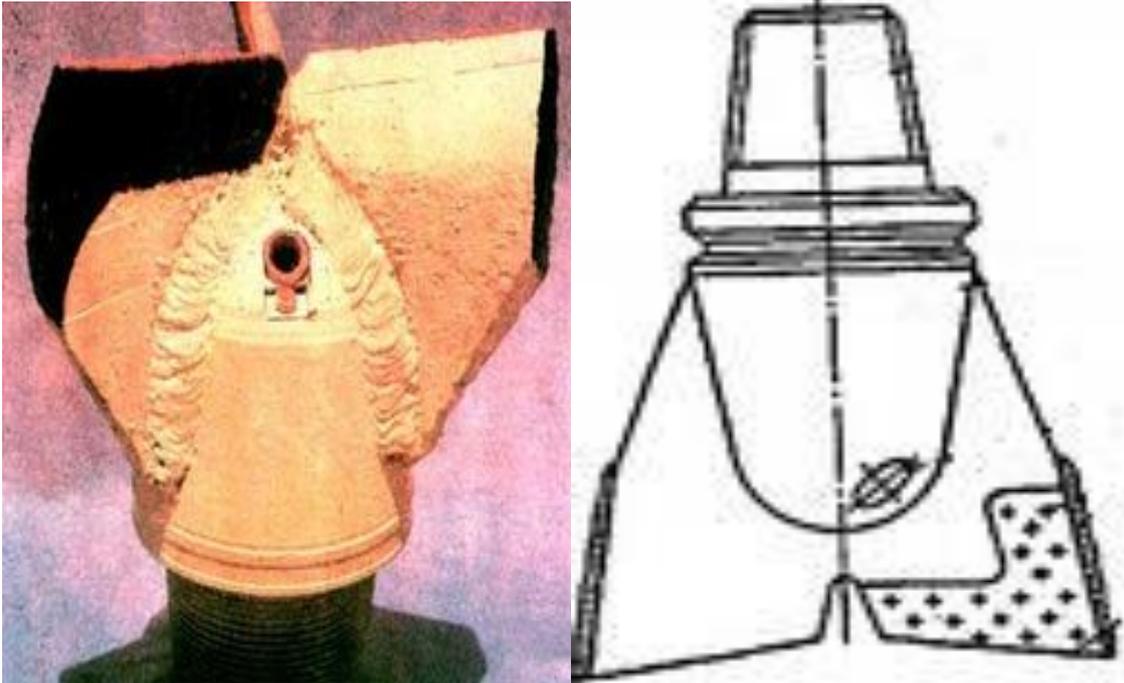
Трёхшарошечное долото для сплошного бурения в очень крепких породах:
1 — наружная конусная присоединительная резьба (ниппель); 2 — секция (лапа) долота; 3 — каналы в лапе и цапфе для продувки опоры; 4 — цапфа лапы; 5 — твердосплавные зубки с полусферической рабочей частью; 6 — замковый палец; 7 — шарошки; 8 — подшипники качения; 9 — центральный канал для продувки забоя и шарошек.

Стальнофрезированное, предназначено для мягких и средних пород



Основные элементы шарошечного долота

Лопастные долота

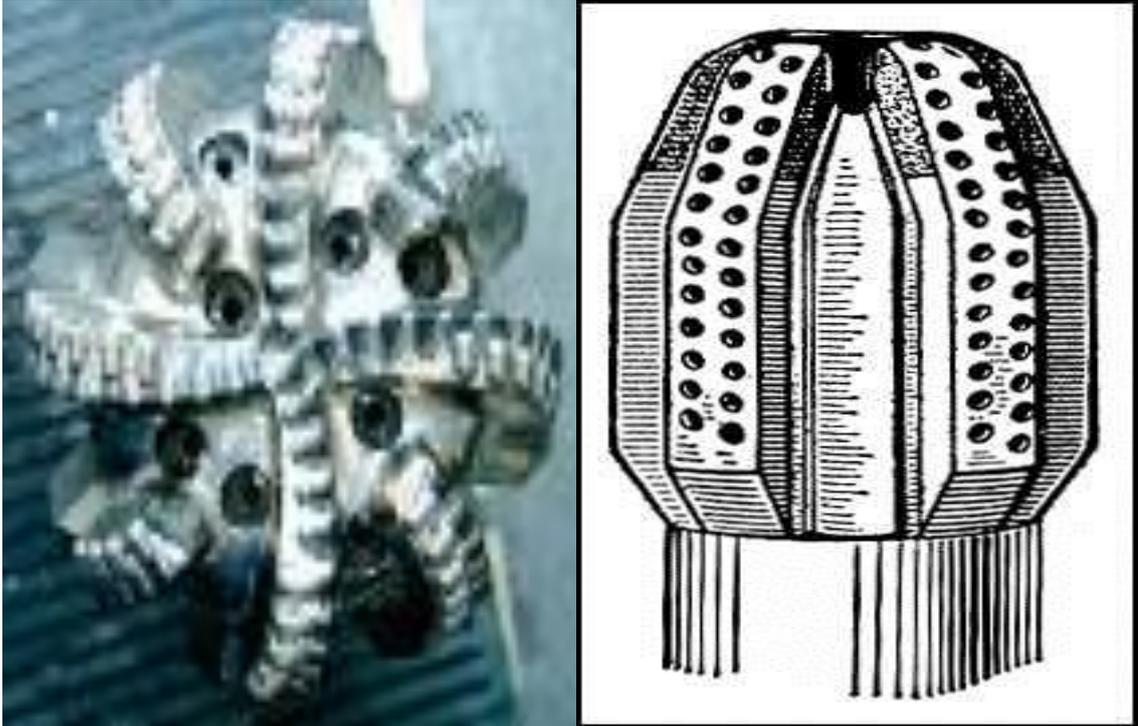


Буровое лопастное долото состоит из кованого корпуса, к которому привариваются три лопасти и более.

У двухлопастного долота корпус и лопасти отштамповываются как одно целое. Передние грани лопастей армируются твердосплавными пластинами прямоугольной формы, а боковые — твердосплавными цилиндрическими зубками. Буровые лопастные долота применяются для разбуривания мягких и средней твердости пород.

Алмазные долота

Долота буровые алмазные предназначены для бурения горных пород с промывкой водой или буровым раствором в вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных нефтяных и газовых скважинах.



- ⊙ Корпус долота изготавливается из высококачественной легированной стали и армирован износостойким покрытием, режущие элементы вооружения имеют высокую износостойкость, благодаря чему инструмент обладает повышенной долговечностью и высокой скоростью проходки. Это позволяет снижать затраты заказчика при ремонте и бурении скважин,

ведет к уменьшению расхода долот и времени механического бурения скважины. Алмазные Долото буровое применять при больших (свыше 3000 м) глубинах скважин. Как правило, стойкость алмазного Долото буровое в 20—30 раз превышает стойкость шарошечного.



Долота ИСМ

- Долота ИСМ от лопастных и алмазных отличаются типом вооружения, в качестве которого используется сверхтвёрдый композиционный материал славутич. Славутич представляет собой вставку, в объеме которой равномерно распределены мелкие синтетические или природные алмазы, зёрна карбидов вольфрама или связка (кобальт).



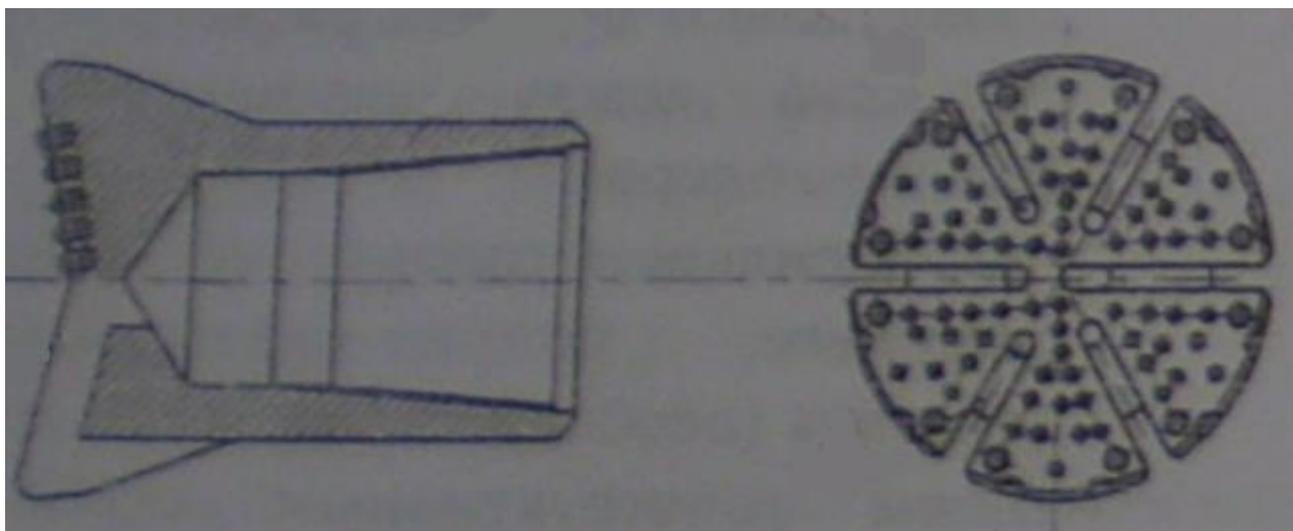
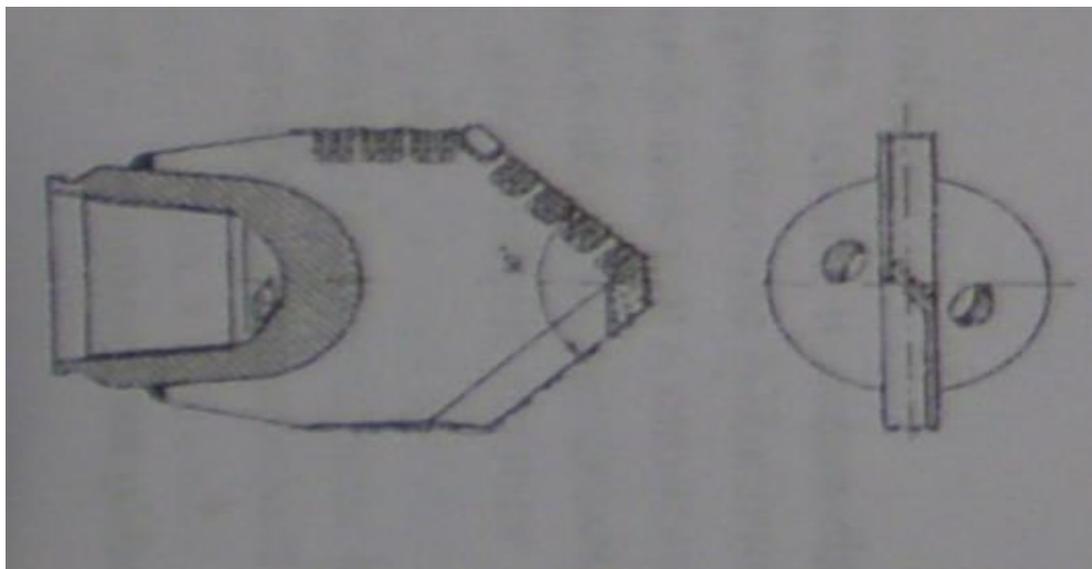
Долота ИСМ применяются для бурения мягких и средней твердости пород

Долота для бурения кольцевым забоем

- Колонковые долота помимо образования ствола скважины, должны также формировать неповрежденный столбик породы (кern), который служит источником информации о свойствах пород и насыщающих их флюидов.

Породоразрушающий инструмент специального назначения

Пикообразные долота применяются для расширения ствола скважины и разбуривания цементных пробок, для проработки забоя перед проведением ловильных работ по удалению мелких предметов из скважины.



Торцовое долото ИСМ предназначено для забуривания нового ствола

3.3 Разработка мероприятий по повышению эффективности бурения и надежности бурового агрегата

Конструкции долот для направленного бурения имеют специальное калибрующее вооружение на затылочном конусе шарошек и на периферийных венцах. Это вооружение должно обеспечивать боковое врезание в стенку

скважины при проходке через отклонители различных типов, поэтому оно выполнено в виде твердосплавных зубков, максимально уменьшенных диаметров для обеспечения наибольшей насыщенности врезающейся части калибрующих конусов.

В при ударном воздействии вооружения на забой создаются шарошечные долота, у которых шарошки оснащены высокими твердосплавными зубками с клиновидной рабочей поверхностью, а при ударно-скалывающем воздействии создаются комбинированные шарошечно-дисковые долота, у которых конструкция состоит из одной вертикальной шарошки, обрабатывающей периферийный участок забоя и наружный диаметр скважины, и другой, дисковой фрезерующей шарошки, расположенной с противоположной стороны и разрушающей поверхность забоя со сколом крупных частиц породы.

Максимальная скорость бурения скважины достигается, когда характеристики применяемого оборудования наиболее полно удовлетворяют требованиям режимов бурения. Физико-механические свойства горных пород, определяющие их буримость, изменяются в широких пределах, поэтому буровая установка должна позволять изменять в достаточно широком диапазоне параметры режимов бурения К факторам, определяющим режим бурения, можно отнести соответствие типа и размеров долота условиям бурения, осевую нагрузку на него, частоту его вращения, количество и качество прокачиваемой жидкости или газа, время работы долота на забое.

Время работы долота на забое зависит от типа и конструкции долота, качества его изготовления, свойств разбуриваемых пород и режима эксплуатации долота. Средняя продолжительность пребывания долота на забое (в ч): для шарошечных долот при турбинном бурении в твердых породах 1,5-3, в мягких - 3-15, при роторном бурении в твердых породах 20-100, в мягких - 80-250, для режущих и истирающих долот при турбинном бурении 10-30, при роторном - 30—60, для алмазных долот в твердых породах 10-20 ч, в средних и мягких породах до 200.

Электродвигатели постоянного тока большой мощности следует соединять с трансмиссией непосредственно, так как они допускают пуск под нагрузкой. Мощные электродвигатели переменного тока, обладая большой маховой массой якоря, при пуске под нагрузкой требуют больших пусковых токов; при этом возникают большие динамические нагрузки вследствие малого периода разгона. В таких случаях необходимо устанавливать между двигателем и трансмиссией фрикционную муфту, что улучшает пусковые качества. В этих случаях целесообразно применять также электродинамические или гидравлические муфты взамен фрикционных. Эти муфты при скольжении 15-30

% улучшают параллельную работу насосов, и применение их в ряде случаев более рационально, однако все эти устройства усложняют трансмиссию по сравнению с приводом от электродвигателя постоянного тока.

Для повышения общего КПД или увеличения мощности дизель-электрического привода в установках его можно выполнять комбинированным. В таком приводе буровые насосы приводятся через турбомуфты от привода, в котором дизели сблокированы цепной передачей. Генераторы мощностью 550 кВт каждый соединены непосредственно с валами дизелей и вращаются с частотой 1050 мин⁻¹. Лебедка, ротор и вспомогательный насос приводятся от электродвигателей постоянного тока, питаемых от этих генераторов. Такая конструкция более сложна, чем прямой привод насосов от электродвигателей, однако по сравнению с полностью электрифицированной установкой позволяет повысить общий КПД.

Ряд технологических преимуществ силовых приводов постоянного тока, большая их надежность в эксплуатации и долговечность делают этот тип привода пригодным для буровых установок всех типов при различных глубинах бурения. На забое и в открытом стволе скважины буровой раствор загрязняется обломками выбуренной породы, обогащается глинистыми и другими твердыми частицами. Чрезмерное содержание твердой фазы, особенно глинистых частиц, приводит к снижению скоростей бурения.

Установлено, что при увеличении содержания твердой фазы в растворе на 1 % показатели работы долот снижаются на 7 — 10 %.

При использовании полнокомплектных блоков очистки в 2 — 3 раза сокращается объем отходов бурения, на 40 — 60 % уменьшается расход барита и химреагентов. В процессе бурения из блока выходит шлам пониженной влажности, пригодный для перевозки в контейнерах или бортовых транспортных средствах. Такой шлам легко поддается обезвреживанию по известным технологиям при минимуме затрат. В процессе анализа эксплуатации буровых агрегатов на предприятиях НГМК специалистами ЗАО "Русбурмаш" и НГМК намечены пути совершенствования базовой буровой установки учитывающие:

1. Расположение сальникового уплотнения (набивка) грязевой трубки в конструкции вертлюга БА15-33Гсб не обеспечивает защиту опорных подшипников от контакта с глинистым раствором. Необходимо изменить конструкцию, например, на предложенную в вертлюге ВР2-20.

2. На установке необходимо монтировать один буровой насос НБ-125 или насос с производительностью до 25 л/сек. - 30 л/сек., желательно с гидроприводом для плавной регулировки подачи.

3. Рама, размещающая буровое оборудование, должна быть усилена

дополнительным поясом из швеллера или заменена на швеллер с профилем большей величины.

Гидродомкраты (аутригеры) не имеют необходимую прочность и в процессе бурения (режим вибрации) образуется утечка гидравлического масла. Следует увеличить диаметр цилиндров аутригеров или предусмотреть их дублирование винтовыми домкратами на весь период бурения.

4. Гидравлическая схема работы гидроцилиндров мачты должна обеспечивать вытеснение воздуха перед проведением подъема и опускания мачты (Например, по аналогии с гидродомкратами подъема и спуска мачты УБВ-600).

5. Высота опоры мачты в транспортном положении должна быть увеличена на 300 мм для беспрепятственной перевозки установки тягачом К-700.

6. Со всех сторон буровой блок должен быть оборудован рабочими площадками, имеющими надежное и прочное крепление. Существующие площадки не выполняют своих функций.

7. Рабочая площадка оборудуется укрытием, не требующим значительных затрат времени на монтаж-демонтаж и позволяющим осуществлять перевозку на расстояния до 1 км.

8. С целью улучшения работы бурового насоса и обеспечения плавности регулирования его подачи целесообразно модифицировать гидравлическую схему буровой установки, включив в нее более мощные маслососы и гидромотор для привода бурового насоса.

9. Поставляемая в комплекте ведущая труба 80x80 имеет острые ребра, которые деформируют внутренние поверхности квадратного вкладыша ротора, выводя его из строя. Для исключения этого недостатка необходимо поставлять квадраты с закругленными ребрами.

10. Целесообразно изменить конструкцию крепления дизеля, обеспечив свободное обслуживание водяной помпы.

11. Топливную систему двигателя надо оборудовать фильтром грубой очистки. На радиатор системы охлаждения должны устанавливаться жалюзи.

12. Сцепное устройство рекомендуется удлинить на 0,5 м.

13. Установить световую сигнализацию контроля включения маслососа НШ-32У.

Рекомендуемая комплектация оборудования для базовой модели с дизельным и электрическим приводом

Для работы рекомендуется укомплектовать базовую комплектацию:

1. Установка должна иметь механизмы докрепления - раскрепления и свинчивания - развинчивания резьбовых соединений утяжеленных бурильных труб Ø 146 мм с крутящим моментом до 14 кНм и бурильных труб Ø 50-89 мм с гладкими замками с Мкр до 9,0 кН-м. В то же время конструкция ротора должна обеспечить применение ручных клиньев для удержания бурильной и обсадной колонн.
2. Укомплектовать приемными мостками на трехосном прицепе ОЗТП84701 А (для механизации укладки бурильных труб на приемном мосту при СПО).
3. Оснастить буровую установку генератором мощностью 32 кВт.
4. Установить сварочный трансформатор ВД-400.
5. Включить в комплект поставки динамометр с ценой деления 1,0 кН и верхним пределом 300 кН.
6. Дизельный привод оборудовать мотосчетчиком.
7. Укомплектовать установку элеваторами типа ЭС грузоподъемностью 20 т, для бурильных труб Ø 73 и 89 мм и типа 7,5 МЗ-50 для труб Ø 50 мм.
8. Разработать и укомплектовать установку легко разбирающимся укрытием.
9. Разработать на базе передвижного блока Н15А блок с использованием системы гидроциклонов.

Наряду с потребностью в установках с дизельным приводом существует необходимость получения буровых установок с электроприводом.

Кинематическая схема работы узлов оборудования от электропривода успешно используется на предприятиях ПВ и включает в себя:

- два электродвигателя мощностью до 70 кВт каждый и частотой вращения вала не более 1000 мин⁻¹ для привода бурового насоса и лебедки с ротором;
- два электродвигателя по 7,5 кВт каждый для привода маслососа и компрессора.

Для обоснования количества поставляемой техники выполнен анализ календарного времени работы буровых установок в Навоийском ГМК.

3.4.Рекомендуемые типы шарошечных долот

Основным видом породоразрушающего бурового инструмента буровых станков в настоящее время являются шарошечные долота. Срок службы шарошечных долот практически определяется стойкостью опор. Заклинивание опоры шарошки вызывает прекращение ее вращения, следствием чего является износ зубьев ее вооружения. При этом нарушается нормальная работа остальных шарошек долота, т. к. значительная часть крутящего момента и осевого усилия, приложенных к долоту, воспринимается не вращающейся шарошкой.

Долота, вышедшие из строя из-за износа вооружения шарошек, имеют колебания по величине проходки на долото от двух до пяти раз. Когда долота заменяют вследствие износа элементов опоры шарошек, колебания их по стойкости достигают 10 раз и более [4].

Шарошечные долота состоят из сваренных между собой секций, на цапфах лап которых вращаются смонтированные шарошки и являются, таким образом, неразборными конструкциями, вследствие чего при выходе из строя одной шарошки или ее опоры бракуется все долото.

В этой связи весьма актуально создание долот со съемными шарошками, что позволило бы, заменяя вышедшую из строя шарошку, значительно (в 1,5–2 раза) продлить срок службы дорогостоящего долота. При этом отработку конструкций долот со съемными шарошечными лапами целесообразно осуществить и на комбинированных режуще-шарошечных долотах.

Основные причины выхода из строя опор – проникновение породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой в полость подшипников и недостаточно надежная смазка [4].

Существенное влияние на стойкость опор долота оказывает их охлаждение, которое осуществляется сжатым воздухом, поступающим в опоры через каналы в лапах.

Решение проблемы заключается в коренном изменении конструкции опор. При этом первостепенное значение имеет их герметизация и надежная смазка. Эта проблема может быть решена при использовании в опорах долот вместо тел качения, подверженных перекосам и заклиниванию, подшипников скольжения в виде втулок из антифрикционного материала (при этом следует гарантировать их надлежащую смазку и герметизацию, что может быть обеспечено при маслonaполненной опоре и минимальном зазоре между поверхностями лапы и шарошки).

Принципиально возможно создание разборных, а следовательно, и ремонтируемых шарошечных долот. Такие долота разработаны, изготовлены и испытаны в Красноярском ГУЦМиЗ [5].

Как показывают проведенные исследования и опыт эксплуатации, шарошечные долота могут быть заменены другими видами породоразрушающего инструмента в области как слабых, так и крепких пород.

Породы с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протодяконова с крепостью до 6, составляют до 60 % и выше. Наличие некрепких пород позволяет применять для бурения скважин режущий инструмент – наиболее дешевый и дающий возможность увеличить производительность буровых станков. Поэтому при совершенствовании бурового оборудования для рудников первостепенное значение приобретает разработка новых конструкций режущих долот, которые могут заменить дорогостоящие и недостаточно надежные серийные шарошечные долота.

Кафедрой горных машин и комплексов ИрГТУ в течение 40 лет проводится комплекс научно-исследовательских работ по повышению эффективности бурения взрывных скважин на карьерах, в результате которых доказана, в частности, целесообразность применения режущих долот для бурения пород крепостью f до 7 по М. М. Протодяконову и сформированы основные требования к конструкции режущего бурового инструмента [7].

В результате испытаний, проведенных на рудниках, установлено, что подобные долота при бурении по породам с $f=6$ обеспечивают скорости бурения в 1,3–1,5 раза большие, чем серийные шарошечные долота.

На кафедре горных машин и комплексов ИрГТУ организовано изготовление мелких партий режущих буровых долот для тяжелых станков вращательного бурения по заказам предприятий, которые успешно используют их вместо серийных шарошечных долот.

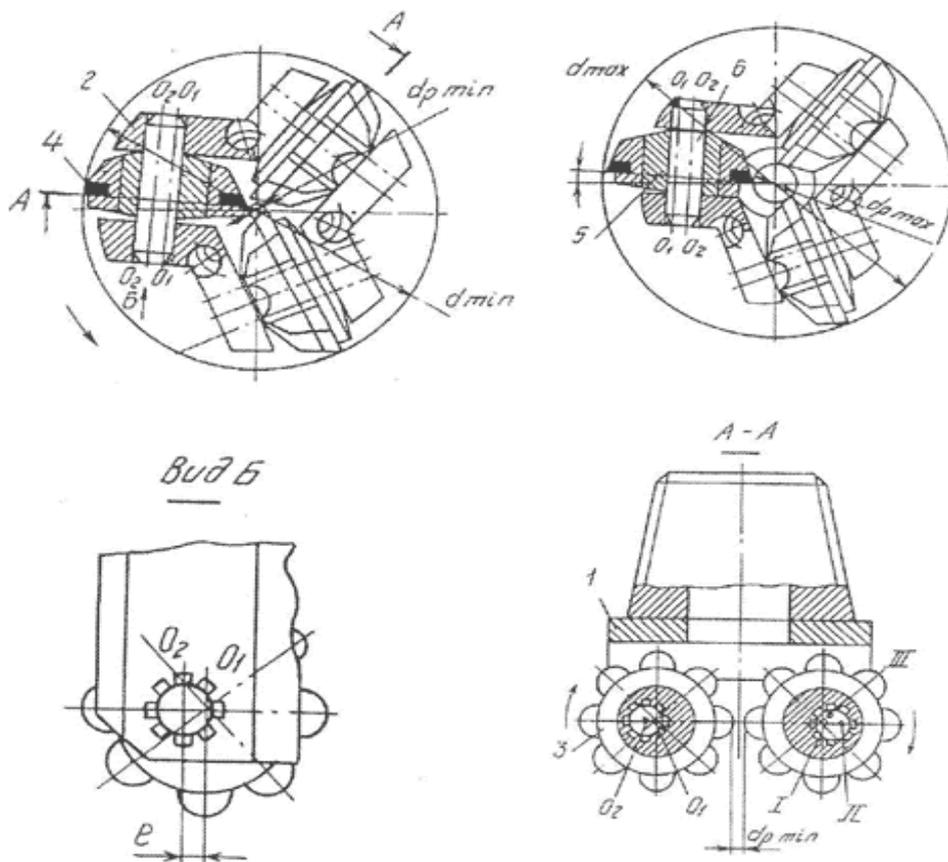
Значительная работа по созданию новых видов породоразрушающего инструмента для станков вращательного бурения проделана кафедрой горных машин и комплексов Красноярского государственного университета цветных металлов и золота [5]. Кафедрой предложено режуще-вращательное долото ДЗДШ-244,5. При промышленных испытаниях долот ДЗДШ-244,5 по породам с $f=4-8$ установлено, что скорость бурения этими долотами составила 1,2 м/мин, что на 20–30 % выше скорости бурения серийными шарошечными долотами. Затраты на бурение 1 м скважины соответственно составили при бурении режуще-вращательными долотами 24,5 руб./м и 55,1 руб./м при бурении шарошечными долотами [5].

Конструкции режущих буровых долот, предложенных и разработанных КузГТУ, ИрГТУ и ГУЦМиЗ, хорошо себя зарекомендовали, но их серийное изготовление до сих пор не освоено. Заводы-изготовители бурового инструмента не желают этим заниматься.

Комбинированные режуще-шарошечные долота

Отдельными учеными и целыми организациями предпринимались неоднократные попытки создать комбинированные режуще-шарошечные долота, сочетающие в себе преимущества режущих и шарошечных.

Одна из первых конструкций подобного долота была разработана на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ. В литом корпусе, выполненном заодно с присоединительным хвостовиком, были выполнены конические отверстия, в которых устанавливались конические хвостовики лап шарошек. Резцы устанавливались в специальной державке, которая шплинтом фиксировалась в корпусе. Фиксация конусных хвостовиков в корпусе предусматривалась за счет сил трения, что, однако, не оправдалось при испытаниях: под действием вибраций шарошки выпадали из корпуса.



Режуще-вращательное долото ДЗДШ-244,5.

Кроме того, изготовление конических хвостовиков и отверстий с достаточной степенью точности было трудно осуществимой операцией, требовавшей специального оборудования и мерительного инструмента. Поэтому в дальнейшем были изготовлены съемные лапы шарошек с гладкими цилиндрическими хвостовиками. Но подобная конструкция лап также не позволила их надежно фиксировать в отверстиях корпуса от разворота и выпадания, поэтому следующим этапом явилось использование резьбового соединения хвостовиков лап с корпусом долота. На цилиндрическом хвостовике лапы шарошки и в отверстии корпуса долота нарезалась резьба, а затем лапа, ввернутая в это отверстие, фиксировалась от разворота стопорным валиком через сквозное поперечное отверстие. Как при установке, так и при замене шарошки отверстие в хвостовике для стопорного валика сверлилось совместно с корпусом. Резьбовое соединение лап с корпусом оказалось достаточно надежным. Вооружение шарошек может быть оснащено твердосплавными зубками различной формы или фрезерованными стальными зубьями, армированными релитом. От перемещения в осевом направлении шарошки удерживаются, как обычно, замковыми шариковыми подшипниками. Для очистки забоя от выбуренной породы долота снабжают продувочными

устройствами в корпусе, а для смазки опор – каналами в корпусе долота и лапе съемной шарошки.

Режущие элементы (резцы), расположенные в центральной части долота, выбуривают опережающую скважину. Наличие опережающего забоя создает дополнительную обнаженную поверхность, вследствие чего снижаются показатели прочности горной породы. Это повышает эффективность работы шарошек, разрушающих периферийную часть забоя, а размещенные в центре забоя резцы подвергаются минимальному износу.

В долоте, выполненном по этой схеме, возможно расположение резцов на минимальном расстоянии от оси вращения, что не только уменьшает их износ, но и облегчает вписывание в прорезаемые ими канавки. Для оснащения долот используются шарошки от стандартных трехшарошечных долот. Долото РШД-215,9, разработанное кафедрой горных машин и рудничного транспорта ИрГТУ, имеет съемный режущий орган в виде пластины с двумя режущими кромками, армированными твердым сплавом. Форма режущей кромки соответствует профилю шарошек, лапы которых приварены к корпусу долота. Режущий орган опирается на спиральную пружину и может перемещаться в пазах корпуса. От выпадания он удерживается замковыми пальцами. Для направления воздушной струи к забою предусмотрены наклонные пазы. В долоте использованы лапы в сборе от шарошечного долота 1В-К214СТ.

С участием СКБ самоходного горного оборудования ИрГТУ была произведена доработка конструкции РШД и определена потребность в таких долотах. Доработанному долоту присвоен шифр РШД-244,5ТЗ. Партия долот доработанной конструкции была изготовлена на Поваровском опытном заводе, но, несмотря на положительные результаты испытаний, серийное изготовление РШД освоено не было.

Результаты испытаний и дальнейшие исследования показали, что с точки зрения повышения эффективности разрушения породы РШД целесообразно размещать съемные резцы режущего органа на двух независимых державках, хвостовики которых опираются на упругие элементы. В качестве такого элемента наиболее рационально использовать резиновый амортизатор в виде цилиндра с центральным отверстием, помещенный в металлический стакан. При сжатии такой элемент приобретает бочкообразную форму, и с момента касания его боковой поверхности и стенок стакана жесткость сжимаемого элемента резко возрастает, и он ограничивает дальнейшее перемещение хвостовика, играя роль буферного устройства.

3.5 Технико-экономическое обоснование бурения и сооружения геотехнологических скважин

Опыт добычи урана в странах СНГ и зарубежом показывает, при проектировании наиболее сложным является выбор и обоснование сети вскрытия. Опыт добычи методом ПВ показал, что скважинные сети можно рассчитывать в зависимости от горно-геологических и гидрогеологических условий эксплуатации залежи.

За проектируемые скважинные системы будут характеризоваться следующими экономическими показателями:

P - геологические запасы-50,4 т;

p - извлекаемые геологические запасы (добыча) 70,0 % от геологических-35,3 т;

V - объем откаченных растворов-1176 тм³;

Q - затраты кислоты-352,8 т;

t - время эксплуатации блока (по которому определяется объем эксплуатационных затрат)-16300 часов;

n - количество необходимого раствороподъемного оборудования – 15 шт.

Объем горно - подготовительных работ-6120 пм

- бурение закачных скважин-1224 пм

- бурение откачных скважин-4896 пм

Объем обвязочных работ-1460 пм

Проектом предлагается использовать миниреагентную технологию выщелачивания, использование этой технологии позволяет на порядок снизить расход реагентов на добычных работах.

Экономический эффект от применения этой технологии составит:

Расход кислоты, при применении сернокислотного выщелачивания составит $Q=V \cdot C=1176 \cdot 10=11760$ т

где V - объем растворов; C - средняя концентрация кислоты за период эксплуатации (10 г/л);

При средней цене на серную кислоту 27,4 тыс. сум за тонну, затраты составят: $11760 \cdot 27,4 = 322224,0$ тыс. сум.

При применении миниреагентного способа ПВ, затраты на покупку серной кислоты составят

$$352,8 \cdot 27,4 = 9666,7 \text{ тыс. сум.}$$

Экономический эффект от внедрения составит

$$322224,0 - 9666,7 = 312557,3 \text{ тыс.}$$

Затраты времени и труда на выполнение работ

Расчет затрат времени на буровые работы

Буровые работы включает в себя собственно бурение скважин, проведение вспомогательных работ, сопутствующих бурению, а также монтаж-демонтаж бурового оборудования. Вследствие этого, затраты времени на буровые работы складываются из затрат времени на все вышеперечисленные виды основных и сопутствующих видов работ. Расчет затрат времени на данные виды работ производится с использованием ЕНВиР-И, выпуск 5, 1984 г, в котором содержится информация о нормах времени.

Расчет затрат времени на бурение

Расчет затрат времени на бурение включает следующие расчеты:

1. Расчет общего объема бурения, (м):

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{тип}} \cdot N$$

где $N_{\text{тип}}$ – объем бурения на одну типовую скважину, м;

N – количество скважин (по техническому плану); $N = 6 \text{ отк.} + 24 \text{ зак.}$

2. Расчет затрат времени на одну типовую скважину:

$$T_{\text{тип}} = N_{\text{тип}} \cdot H_{\text{д}}, \text{ ст} \cdot \text{час/м}$$

где $H_{\text{д}}$ – норма времени, ст·час/м.

3. Расчет затрат времени на весь объем бурения:

$$T_N = H_{\text{д}} \cdot N_{\text{общ}}, \text{ ст} \cdot \text{час/м}$$

4. Расчет суммы затрат времени на весь объем бурения, ст·час/м. и определим затраты времени в сменах и месяцах:

$$T_{\text{бур}} = 10 \cdot 10 \cdot 0,01 = 1 \text{ ст} \cdot \text{час.}$$

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчет затрат времени на бескерновое бурение с поверхности земли (откачные скважины)

| № нормы | Способ бурения | Горных | Х | ество | скваж | ия на | одну | типов | уд | И | объем | бурен | време | ни, | ст·см/ | Затраты времени |
|---------|----------------|--------|---|-------|-------|-------|------|-------|----|---|-------|-------|-------|-----|--------|-----------------|
|---------|----------------|--------|---|-------|-------|-------|------|-------|----|---|-------|-------|-------|-----|--------|-----------------|

| | | | | | | | | |
|---|---|----|--|-------|----|------|---------------------------------|---|
| | | | | | | | На одну типовую скважину, ст·см | На весь объем бурения, ст·см |
| 1 | Передвижная установка с вращателем шпиндельного типа. | I | | 30,0 | 80 | 0,02 | 0,60 | 3,60 |
| 1 | | II | | 28,0 | 68 | 0,04 | 1,12 | 6,72 |
| 3 | | V | | 102,0 | 12 | 0,06 | 6,12 | 36,72 |
| 3 | | | | 9,0 | 4 | 0,08 | 0,72 | 4,32 |
| 3 | | II | | 12,5 | 5 | 0,12 | 1,50 | 9,00 |
| | Сумма | | | 181,5 | | | | $T_{\text{бур}}=60,36$ ст·см · 7=422,5 ст/час |

| Бурение закачных скважин | | | | | | | | |
|--------------------------|---|------------------------|--------------------|--|-----------------------|------------------------|---------------------------------|---|
| № Но р- мы | Способ бурения | Категория горных пород | Количество скважин | Объем бурения на одну типовую скважину м | Общий объем бурения м | Норма времени, ст·см/м | Затраты времени | |
| | | | | | | | На одну типовую скважину, ст·см | На весь объем бурения, ст·см |
| 1 | Передвижная установка с вращателем шпиндельного типа. | I | 4 | 30,0 | 20 | 0,02 | 0,6 | 14,4 |
| 1 | | II | 4 | 46,5 | 116 | 0,04 | 1,86 | 44,64 |
| 3 | | V | 4 | 106,0 | 544 | 0,06 | 6,36 | 152,64 |
| 3 | | | 4 | 9,0 | 16 | 0,08 | 0,72 | 17,28 |
| 3 | | II | 4 | 12,5 | 00 | 0,12 | 1,5 | 36,0 |
| | Сумма | | 4 | 204,0 | | | | $T_{\text{бур}}=264,96$ ст·см 7=1854,72 ст/час |

Расчет затрат времени на расширение скважин

Расчет затрат времени аналогичен безкерновому бурению, на закачные скважины вводится поправочный коэффициент 0,5; а на откачную

0,7. Следовательно затраты времени на расширение закачных скважин составит $264,96 \cdot 0,5 = 132,48$ ст·см или 927,33 ст·час.

Расчет затрат времени на расширение откачных скважин

| № | Способ бурения | Категория горных пород | Количество скважин | Объем бурения на одну типовую скважину м | Общий объем бурения м | Норма времени, 0,7 ст·см/м | Затраты времени | |
|---|---|------------------------|--------------------|--|-----------------------|----------------------------|---------------------------------|--|
| | | | | | | | На одну типовую скважину, ст·см | На весь объем бурения, ст·см |
| 1 | Передвижная установка с вращателем шпиндельного типа. | II | 6 | 30,0 | 80 | 0,014 | 0,420 | 2,520 |
| 1 | | III | 6 | 46,5 | 79 | 0,028 | 1,302 | 7,812 |
| 3 | | IV | 6 | 106,0 | 36 | 0,042 | 4,452 | 26,712 |
| 3 | | V | 6 | 9,0 | 4 | 0,056 | 0,504 | 3,024 |
| 3 | | VII | 6 | 12,5 | 5 | 0,084 | 1,050 | 6,300 |
| | Сумма | | 6 | 204,0 | | | | $T_{\text{бур}} = 46,368$ ст·см $7 = 324,58$ ст/час |

Расчет затрат времени на вспомогательные работы, сопутствующие бурению

Вспомогательные работы включают в себя крепление скважин.

Поэтому затраты времени на вспомогательные работы рассчитываются исходя из затрат времени на вышеперечисленные работы по формуле:

$$T_{\text{соп}} = T_{\text{кр}}$$

Учитывая объем работ и нормы времени, формула будет иметь следующий вид:

$$T_{\text{соп}} = N_{\text{вр}}^{\text{кр}} \cdot Q_{\text{кр}}$$

где $N_{\text{вр}}^{\text{кр}}$; – норма времени крепления, ч/м;

$Q_{\text{кр}}$; – объем крепления, м.

Пользуясь ЕНВиР-И, определим значения норм времени при вращательном бурении с муфтовым соединением на 100 м обсадных труб:

$$N_{\text{вр}}^{\text{кр}} = 0,87 \text{ ст/см}$$

Объем обсадки принимается 6120 м

Затраты времени на сопутствующие виды работ:

$$T_{\text{сop}} = 0,87 \cdot 6120 / 100 = 53,2 \text{ ст/см или } 372,4 \text{ ст} \cdot \text{час}$$

Расчет затрат времени на монтаж – демонтаж

Расчет затрат времени на монтаж-демонтаж бурового оборудования при бурении скважин производится по формуле:

$$T_{\text{м-д}} = H_{\text{вр}}^{\text{м}} \cdot Q_{\text{м}} + H_{\text{вр}}^{\text{д}} \cdot Q_{\text{д}},$$

где $H_{\text{вр}}^{\text{м}}$, $H_{\text{вр}}^{\text{д}}$ – норма времени на монтаж и демонтаж соответственно. По данным ЕНВиР-И нормы времени составляют для самоходных буровых установок роторного типа:

$$H_{\text{вр}}^{\text{м}} = 1,8 \text{ ст/см}$$

$$H_{\text{вр}}^{\text{д}} = 1,8 \text{ ст/см}$$

$Q_{\text{м}}$; $Q_{\text{д}}$ – объем монтажа и демонтажа соответственно. Объем монтажа и демонтажа одинаков и равен количеству скважин, для которых будет проводиться монтаж-демонтаж оборудования; $Q = 30$. Подставив полученные значения в формулу, получим

$$T_{\text{м-д}} = 1,8 \cdot 30 + 1,8 \cdot 30 = 108 \text{ ст} \cdot \text{см}$$

$$T_{\text{м-д}} 108 \cdot 7 = 756 \text{ ст} \cdot \text{час}$$

Определив необходимые значения, составляющие буровые работы, можно рассчитать общие затраты времени на буровые работы:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{бур зак}} + T_{\text{бур отк}} + T_{\text{бур с кер.}} + T_{\text{м-д}} + T_{\text{расш-е отк}} + T_{\text{расш-е зак}} + T_{\text{обсадки}}$$

$$T_{\text{общ}} = 1854,72 + 422,5 + 292,74 + 756,0 + 927,3 + 324,58 + 372,4 = 4950,24 \text{ ст} \cdot \text{ч или } 707,18 \text{ ст} \cdot \text{см}$$

В том числе затраты на бурение откачных скважин

$$T_{\text{общ отк}} = T_{\text{бур отк}} + T_{\text{бур с кер.}} + T_{\text{м-д}} + T_{\text{расш-е отк}} + T_{\text{обсадки}} = 422,5 + 292,74 + 151,2 + 927,3 + 74,5 = 1868,2 \text{ ст/ч}$$

Затраты времени на закачку составят 3082,04 ст/ч

Затраты календарного времени 1,1 месяцев, при бурении шестью станками.

Расчет затрат времени на геофизические исследования в скважинах

Основой для расчета затрат времени на геофизические исследования являются ЕНВиР-И, 1983 г., стр. 336, где представлены номер нормы, основные виды геофизических работ и нормы времени на 1 м.

Расчет затрат времени производится по следующей формуле:

$$T = H_{\text{в}} \cdot Q,$$

где T – затраты времени на весь объем бурения, час;

$H_{\text{в}}$ – норма времени на 1 м.;

Q – объем работ, который рассчитывается по следующей формуле:

$$Q = N \cdot q,$$

где N – количество скважин, в которых проводятся геофизические исследования;

q – глубина скважины, м. Таким образом:

$$Q = 30 \cdot 204 = 6120 \text{ м}$$

Полученные значения затрат времени приведены в табл. 2.

Расчет затрат времени в сменах и месяцах определяется делением полученных значений затрат времени в час на 7 и 22 соответственно.

Таблица 2

Затраты времени на геофизические исследования в скважинах

| Наименование работ | Норма времени на 1 м | Объем работ | Затраты времени на весь объем | | |
|--|----------------------|-------------|-------------------------------|-------|-------|
| | | | Час | Смена | Месяц |
| Электрический каротаж (КС, ПС и инклинометрия) | 0,0018 | 6120 | 77,0 | 11,0 | 0,1 |
| Гамма-каротаж | 0,00042 | 6120 | 18,2 | 2,6 | 0,02 |
| Термометрия | 0,00023 | 6120 | 9,8 | 1,4 | 0,01 |
| Токовый каротаж на целостность колонны | 0,00021 | 6120 | 9,1 | 1,3 | 0,01 |
| Сумма | | 6120 | 114,1 | 16,3 | 0,14 |

Освоение технологических скважин после бурения

Освоение скважин выполняется эрлифтом, воздух подается от компрессора “Atlas - Сорсо”. Продолжительность освоения 17 ч на одну скважину, на 30 скважин затраты времени составят $17 \cdot 30 = 510$ ч.

Подготовка скважин к эксплуатации

Подготовка скважин к эксплуатации включает:

- прокладка магистральных трубопроводов (ПВХ 195·11,5) – 1220 м, норма времени на прокладку 100 м труб – $0,87 \cdot 12,2 = 10,6$ смен, или 74,2 ч;
- нагнетание сжатого воздуха в пласт (окисление руд кислородом воздуха) – 288 ч, затем скважины выстаиваются 24 ч для снижения давления на устье скважины до $0 \cdot 24 \cdot 6 = 144$ часа. Итого $288 + 144 = 432$ ч;
- прокачка откачных скважин в течении 24 ч, с помощью эрлифта, воздух подается от компрессора “Atlas - Сорсо”, - всего $24 \cdot 6 = 144$ ч.
- спуск насосов марки SP 17 – 17, в скважину – 3 часа на одну скважи-ну и на весь объем $3 \cdot 6 = 18$ ч;
- итого время подготовки скважин к эксплуатации – 524,2 ч.

Эксплуатация участка Расчетное время эксплуатации участка составит – 16300 ч.

Последовательность выполнения работ и затраты на их выполнение приведены в поэтапном календарном плане работ.

Поэтапный план работ

| № п/п | Виды работ | Дата начала и окончания работ | Стоимость работ тыс. сум | Примечание |
|---|---|-------------------------------|--------------------------|------------|
| Первый этап – горно подготовительные работы | | | | |
| 1 | Бурение откачных скважин | 10.01 – 23.01 | 53372,2 | |
| 2 | Бурение закачных скважин | 23.01 – 13.02 | 69157,1 | |
| 3 | Геофизические исследования скважин | 10.01 – 13.02 | 5936,4 | |
| 4 | Освоение скважин | 13.02 – 06.03 | 9396,8 | |
| 5 | Транспортировка персонала | 10.01 – 06.03 | 319,1 | |
| | Итого по этапу | | 137054,0 | |
| Второй этап- подготовка блока к эксплуатации | | | | |
| 6 | Прокладка откачных и закачных трубопроводов | 06.03 – 17.03 | 24273,9 | |
| 7 | Нагнетание сжатого воздуха | 17.03 – 29.03 | 8194,5 | |
| 8 | Транспортировка персонала | 06.03 – 29.03 | 39,2 | |
| Третий этап-эксплуатация технологического блока, добыча полезных ископаемых | | | | |
| 9 | Спуск насосов | 29.03 – 2.04 | 40902,2 | |
| 10 | Откачка продуктивных растворов , прокачки скважин | 2.04 – 2.02 | 92968,2 | |
| 11 | Замена насосов | 29.02 – 2.03 | 30129,8 | |
| 12 | Лабораторные исследования | 2.04 – 02.02 | 732,5 | |
| 13 | Транспортировка грузов и оборудования | 29.03 – 2.02 | 1508,9 | |
| | Итого затрат по проекту | добыча | 336930,8 | |
| | Переработка растворов | | 52950,0 | |
| | Всего по проекту | | 389880,8 | |

Смета на производство горно-подготовительных и добычных работ на объекте и расчет снижения их себестоимости.

Расчет суммы основных расходов по видам работ

Расчет суммы основных расходов проводится для всего комплекса работ, с учетом их объемов и норм времени для каждого вида работ. При расчете суммы основных расходов использовался Сборник норм основных расходов НГМК, из которых берутся значения заработной платы, амортизации и материалов для всего комплекса работ. Затем проводятся следующие расчеты:

1. В Узбекистане введен налог на социальное страхование равный 33,0 %
 2. Расчет заработной платы с учетом районного коэффициента, который равен 1,6;
 3. Расчет затрат на материалы с учетом коэффициента транспортно-заготовительных расходов на материалы, который равен 1,14;
 4. Расчет величины амортизации, которая составляет 15 % в год, с учетом коэффициента транспортно-заготовительных расходов на амортизацию, который составляет 1,14;
 5. Итого основных расходов на расчетную единицу – определяется как сумма затрат на заработную плату, налог на соцстрах, материалы, электроэнергию и амортизацию (с учетом коэффициентов);
 6. Итого на количество расчетных единиц – определяется как произведение затрат основных расходов на норму времени;
- Расчет единичной сметной расценки – определяется на одну единицу объема, т.е. затраты на количество расчетных единиц делятся на объем работ.

Смета затрат на откачные скважины

| Наименование материала | Единица измерения | Норма расхода на 1 п. М. | Количество материала на 6 скважин, или 1224 п. м. | Цена в т.сумах | Стоимость в Т.сумах на весь объём |
|--|-------------------|--------------------------|---|----------------|-----------------------------------|
| Фильтры КДФ-186 на скважину | п.м | 8,0 | 48,0 | 30,4 | 1459,2 |
| Труба обсадная ПВХ-195·13 на 1140 м | п.м | 1,02 | 1163 | 16,02 | 18631,3 |
| Труба обсадная ПВХ 140·10 на отстойник 6,0 м | п.м. | 1,02 | 36,7 | 7,0 | 256,9 |
| Долото шарошечное Ф269 | шт. | 0,00317 | 3,88 | 646,5 | 2508, |
| Долото шарошечное Ф 295 | шт. | 0,00317 | 3,88 | 1680,8 | 6521,5 |

| | | | | | |
|--|-----------------|---------|----------|--------|----------------|
| Долото шарошечное Ф 349 | шт. | 0,00317 | 3,88 | 2350,5 | 9119,9 |
| Пикобур | шт. | 0,004 | 4,9 | 351,7 | 1723,3 |
| Коронка твердосплавная | шт. | 0,0005 | 0,6 | 240,1 | 144,1 |
| Труба колонковая | м | 0,0005 | 0,6 | 106,2 | 63,7 |
| Труба бурильная Ф 33,5 | м | 0,002 | 2,4 | 1,5 | 3,6 |
| Труба бурильная Ф 50,0 | м | 0,01 | 12,2 | 3,6 | 43,9 |
| Труба бурильная Ф 73 | м | 0,055 | 67,3 | 1,96 | 131,9 |
| Замковое соединение Ф33,5 | шт. | 0,001 | 1,2 | 1,5 | 1,8 |
| Замковое соединение Ф 50,0 | шт. | 0,0019 | 2,3 | 9,0 | 20,7 |
| Замковое соединение зн 95-10 | шт. | 0,014 | 17,1 | 17,5 | 299,3 |
| Канат стальной | м | 0,06 | 73,4 | 3,4 | 249,6 |
| Ключ шарнирный | шт. | 0,002 | 2,45 | 17,5 | 42,9 |
| Рукав всасывающий | м | 0,006 | 7,34 | 8,5 | 62,4 |
| Рукав нагнетательный | м | 0,007 | 8,57 | 1,95 | 16,7 |
| Глина | м ³ | 0,06 | 73,4 | 0,001 | 0,07 |
| Цемент на одну скважину | т | 1,5 | 9,0 | 21,89 | 197,0 |
| Гравий на одну скважину | м ³ | 4 | 24,0 | 6,2 | 148,8 |
| Тех. Вода | м ³ | 1,3 | 1591,2 | 0,032 | 50,9 |
| Дизельное топливо | кг | 0,62 | 758,88 | 0,11 | 83,5 |
| Дизельное масло | кг | 0,083 | 101,59 | 0,247 | 25,1 |
| Масло индустриальное | кг | 0,18 | 220,3 | 0,205 | 45,2 |
| Смазка | кг | 0,04 | 48,9 | 0,442 | 21,6 |
| Бензин | кг | 0,005 | 6,1 | 0,292 | 1,78 |
| Керосин | кг | 0,07 | 85,7 | 0,02 | 1,71 |
| Аварийный инструмент | шт. | 0,0005 | 0,61 | 114,6 | 69,9 |
| Разворот | шт. | 0,3 | 367,2 | 0,18 | 66,1 |
| Сода кальцинированная | кг | 0,13 | 159,1 | 0,129 | 20,5 |
| Шланг ПНД 25,32,40 | м | 0,06 | 73,4 | 0,761 | 55,9 |
| Гильза | шт. | 0,0026 | 3,2 | 112,4 | 359,7 |
| Шток | шт. | 0,0026 | 3,2 | 35,1 | 112,3 |
| Поршень | шт. | 0,0026 | 3,2 | 11,2 | 35,8 |
| Клапан | шт. | 0,0096 | 3,2 | 20,2 | 64,6 |
| Кран трех ходовой | шт. | 0,001 | 1,2 | 78,5 | 94,2 |
| Гидравлическое масло «Гелиус» | л. | 0,032 | 39,2 | 0,84 | 32,9 |
| Трансмиссионное масло «Спейракс» | л. | 0,0078 | 9,5 | 0,125 | 1,2 |
| Итого | | | | | 40790,1 |
| С учетом транспортно –заготовительного коэффициента 1,14 | | | | | 46500,7 |
| Электроэнергия (на1868,2 ст/час) | кв. час | 87 | 162533,4 | 0,0226 | 3673,2 |
| Амортизация одного станка 15% в год (стоимость 36349,2 т сум) | сум на ст/час | 622,4 | 1868,2 | | 1162,8 |
| Амортизация одного станка 15% в год· 1.14(транспортно-заготовительный коэффициент) | | | | | 1325,6 |
| Зарплата основная и дополнительная | тыс. сум | 1,0 | 1224 | | 1224,0 |
| Отчисление на соцстрах 33% | тыс. сум | 0,33 | 403,9 | | 403,9 |
| Цеховые затраты на производство и подвоз глинистого раствора | тыс. сум | 0,2 | 1224,0 | | 244,8 |
| Итого | | | | | 53372,2 |
| Геофизические исследования скважин | т. сум на п. м. | 0,97 | 1224,0 | | 1187,3 |

Смета затрат на закачные скважины

| Наименование материала | Единица измерения | Норма расхода на 1 п. м. | Количество материала на 24 скважин, или 96. | Цена в тыс. сум | Стоимость в тыс. сум на весь объем |
|--|-------------------|--------------------------|---|-----------------|------------------------------------|
| Фильтры КДФ-118 на скважину | п. м | 8,0 | 192 | 15,3 | 2937,6 |
| Труба обсадная ПВХ-90·8 на 4560 м | п. м | 1,02 | 4651,2 | 3,762 | 17497,8 |
| Труба обсадная ПВХ 90·8 на отстойник 6,0 м | п. м. | 1,02 | 146,9 | 3,762 | 552,6 |
| Долото шарошечное Ф 244 | шт. | 0,00375 | 18,4 | 485,6 | 8935,0 |
| Долото шарошечное Ф 190 | шт. | 0,00375 | 18,4 | 493,7 | 9084,1 |
| Пикобур | шт. | 0,002 | 9,8 | 351,7 | 3446,6 |
| Труба бурильная Ф 33,5 | м | 0,002 | 9,8 | 1,5 | 14,7 |
| Труба бурильная Ф 50,0 | м | 0,01 | 49,0 | 3,6 | 176,4 |
| Труба бурильная Ф 73 | м | 0,044 | 215,4 | 1,96 | 422,2 |
| Замковое соединение Ф33,5 | шт. | 0,001 | 4,9 | 1,5 | 7,4 |
| Замковое соединение Ф 50,0 | шт. | 0,0019 | 9,3 | 9,0 | 83,7 |
| Замковое соединение зн 95-10 | шт. | 0,009 | 44,0 | 17,5 | 770 |
| Канат стальной | м | 0,04 | 195,8 | 3,4 | 665,7 |
| Ключ шарнирный | шт. | 0,002 | 9,8 | 17,5 | 171,5 |
| Рукав всасывающий | м | 0,004 | 19,6 | 8,5 | 166,6 |
| Рукав нагнетательный | м | 0,006 | 29,4 | 1,95 | 57,3 |
| Глина | м ³ | 0,06 | 293,8 | 0,001 | 0,3 |
| Цемент на одну скважину | т | 1,0 | 24 | 21,89 | 525,4 |
| Гравий на одну скважину | м ³ | 2,0 | 48 | 6,2 | 297,6 |
| Тех. Вода | м ³ | 1,0 | 4896 | 0,032 | 156,7 |
| Дизельное топливо | кг | 0,62 | 3035,5 | 0,11 | 333,9 |
| Дизельное масло | кг | 0,07 | 342,7 | 0,247 | 84,6 |
| Масло промышленное | кг | 0,15 | 734,4 | 0,205 | 150,5 |
| Смазка | кг | 0,03 | 146,9 | 0,442 | 64,9 |
| Бензин | кг | 0,005 | 24,5 | 0,292 | 7,2 |
| Керосин | кг | 0,05 | 245,0 | 0,02 | 4,9 |
| Аварийный инструмент | шт. | 0,0005 | 2,5 | 114,6 | 286,5 |
| Разворот | шт. | 0,25 | 1224 | 0,18 | 220,3 |
| Сода кальцинированная | кг | 0,1 | 489,6 | 0,129 | 63,2 |
| Шланг ПНД 25,32,40 | м | 0,05 | 245,0 | 0,761 | 186 |
| Гильза | шт. | 0,0022 | 10,8 | 112,4 | 1203,0 |
| Шток | шт. | 0,0022 | 10,8 | 35,1 | 379,1 |
| Поршень | шт. | 0,0022 | 10,8 | 11,2 | 121,0 |
| Клапан | шт. | 0,0093 | 45,5 | 20,2 | 919,1 |
| Кран трех ходовой | шт. | 0,0008 | 3,9 | 78,5 | 306,2 |
| Гидравлическое масло «Гелиус» | л. | 0,0291 | 142,5 | 0,84 | 119,7 |
| Трансмиссионное масло «Спейракс» | л. | 0,0074 | 36,2 | 0,125 | 4,5 |
| Итого | | | | | 50423,9 |
| С учетом транспортно –заготовительного коэффициента 1,14 | | | | | 57483,2 |

| | | | | | |
|--|---------------------|-------|----------|--------|---------|
| Электроенергия(на 3082,0 ст/см) | кв. ч | 87 | 268134,0 | 0,0226 | 6059,8 |
| Амортизация одного станка 15% в год (стоимость 36349,2 т сум) | .сум на ст/ч | 622,4 | 3082,0 | 3082,0 | 1918,3 |
| Амортизация с учетом транспортно – заготовительного коэффициента 1,14 | | | | | 2186,9 |
| Зарплата основная и дополнительная | тыс. сум. | 0,376 | 4896 | | 1840,9 |
| Отчисление на соцстрах 33% | тыс. сум | 0,124 | 4896 | | 607,1 |
| Цеховые затраты на производство и подвоз глинистого раствора | тыс. сум | 0,2 | 4896 | | 979,2 |
| Итого | | | | | 69157,1 |
| Геофизические исследования скважин | тыс. сум на п.м. | 0,97 | 4896 | | 4749,1 |

Сумма затрат по проекту составит:

| Наименование этапа | Виды работ | Затраты по видам работ тыс. сум. | Примечание |
|---|--|-------------------------------------|------------|
| Горно-подготовительные работы | Бурение откачных скважин | 53372.2 | |
| | Бурение закачных скважин | 69157.1 | |
| | Геофизические исследования скважин | 5936,4 | |
| | Освоение скважин | 9396.8 | |
| | Транспортировка персонала | 319,1 | |
| Итого по этапу | | 138181.6 | |
| Подготовка блока к эксплуатации | Прокладка откачных и закачных трубопроводов | 24273.9 | |
| | Нагнетание сжатого воздуха | 8194.5 | |
| | Транспортировка персонала | 39,2 | |
| Итого по этапу | | 32507.6 | |
| Эксплуатация технологического блока, добыча полезных ископаемых | Спуск насосов | 40902.2 | |
| | Откачка продуктивных растворов, прокачки скважин | 92968.2 | |
| | Замена насосов | 30129.8 | |

| | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------|--|
| | Лабораторные исследования | 732,5 | |
| | Транспортировка грузов и оборудования | 1508,9 | |
| Итого по этапу | | 166241.6 | |
| Итого по проекту | | 336930.8 | |
| Переработка растворов | | 52950,0 | |
| Всего по проекту | | 389880,8 | |

Расчет сметной стоимости инвестиционного проекта

Согласно инструкции по составлению проектов и смет, при определении сметной стоимости работ по проекту (СМ-1) включаются следующие группы затрат:

I гр. Основные расходы. К данной группе относятся затраты, связанные с производством всего комплекса горных работ (группа А – собственно горные работы), а именно сооружение скважин, освоение скважин, горно-подготовительные работы, работы, связанные с добычей полезного ископаемого. Группа Б – сопутствующие работы: переработка строительство сооружений, транспортировка грузов и персонала и т.п.=336930,8 т. сум.=52950=**389880,8**

II гр. Накладные расходы. Накладные расходы – это расходы, связанные с управлением предприятием. Величина накладных расходов составляет 18-30 % от суммы основных расходов. В состав накладных расходов входят:

1. Общепроизводственные расходы – расходы, связанные с созданием условий проводимых работ (техника безопасности, промышленная санитария и т.д.).

2. Общехозяйственные расходы – расходы на содержание управляющей системы

III гр. Налоги.

1. НДС –20,0% от стоимости проекта.

2. Налог на прибыль 18,0 % от прибыли.

3. Налог на землю 5688 сум за гектар (площадь блока на коэффициент на прокладку трубопроводов за пределами блока1,2) .

4. Дорожный фонд 1,5% от реализации.

5. Пенсионный фонд 0,7 % от реализации.

6. Плата за экологию 1,0% от сибестоимости.

7. Налог на имущество 3,5 % от остаточной стоимости в год.

Налог на имущество рассчитывается $A \cdot 0,035/356/24 \cdot B$
 где А - остаточная стоимость оборудования; В - количество часов работы.

Налог на имущество

| Наименование оборудования | Остаточная стоимость, тыс. сум. | Величина налога за час, тыс. сум | Суммарное количество часов работы, ч | Величина налога тыс. сум |
|---------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Буровой станок | 36349,2 | 0,145 | 4950,2 | 717,8 |
| Компрессор «Atlas-Сорка» | 85393,0 | 0,341 | 2862,0 | 975,9 |
| Установка «Дон» | 18174,5 | 0,073 | 122,2 | 8,9 |
| Итого налог на имущество | | | | 1702,6 |

Итого стоимость проекта с накладными расходами:

$389800,8 \cdot 0,2 + 389880,8 = 467857,0$ тыс. сум.

Добыча урана 35,3 т, плата за добытый металл 23,9 т. сум за кг

Итого доход составит $35300 \cdot 23,9 = 843670,0$ тыс. сум.

III гр. Налоги.

1. НДС- $467857,0 \cdot 0,2 = 93571,4$ тыс. сум

2. Налог на прибыль- $(843670,0 - 467857,0) \cdot 0,18 = 67646,0$ тыс. сум.

3. Налог на землю- $4200 \cdot 6 \cdot 1,2/10000 \cdot 5,688 = 17,2$ тыс. сум.

4. Дорожный фонд $843670,0 \cdot 0,015 = 12655,1$ тыс. сум.

5. Пенсионный фонд- $843670,0 \cdot 0,007 = 5905,7$ тыс. сум.

6. Плата за экологию $467857,0 \cdot 0,01 = 4678,6$ тыс. сум.

7. Налог на имущество 1702,6 тыс. сум

Итого налоги 186176,6 тыс. сум

Прибыль предприятия составит $\Pi = P - C - N$

где Π – прибыль; P - реализация готового продукта; C - стоимость проекта; N – налоги.

Прибыль предприятия составит $= 843670,0 - 467857,0 - 186176,6 = 189636,4$ тыс. сум.

3.6 Выводы по главе.

1. Анализ показал, что коэффициент использования ($K_{и}$) имеющегося парка установок находится на уровне $K_{и} \sim 0,65-0,67$. Такое значение $K_{и}$ объясняется:

значительными затратами времени на подготовительно-заключительные операции $\sim 40\%$;

простоями $\sim 25\%$, из-за аварий, отсутствия необходимого количества запасных деталей;

значительным временем пребывания оборудования в ремонте. При этом коммерческая скорость бурения составляет $V_{к} = 600\text{ м /ст.-мес.}$ на списочный состав буровых установок и 750 м/ст.-мес. на установки, находящиеся в работе.

2. С учетом намечаемого перехода на технологию бурения долотами уменьшенного и малого диаметра коммерческая скорость бурения возрастает более чем на 15% . Строгое планирование обеспечения НГМК запасными деталями и материалами позволит повысить коэффициент использования оборудования.

3. Анализ технического состояния буровых установок, выполненный с учетом амортизационных сроков и условий эксплуатации позволил установить, что общая поставка буровых установок для бурения скважин ПВ по подразделениям НГМК на составит 45 единиц.

Из них УРБ 3А3.051 - 11 установок с дизельным и 24 установки с электрическим приводом, а также 10 установок 1 БА 15В.

Заметим, что для ремонтных работ при сооружении скважин глубиной 600 м целесообразно приобрести ремонтный агрегат АР-32/40М.113 Кунгурского завода. Для выполнения работ необходима также поставка насосных блоков НП-15А в количестве 9 единиц.

4. Затруднение использования при цементировании глубоких скважин в связи с трудностью спуска заливочных трубок, необходимость увеличения диаметра скважин для размещения заливочного става в пространстве между стенкой скважины и обсадной колонной, который приводит к увеличению диаметра скважины не менее 190 – 214 мм. Не обеспечивается высокое качество цементирования в связи с неравномерным распределением цементного раствора за колонной и разбавлением его глинистым раствором.

5. Надежная изоляция зон движения растворов повышает технико-экономические показатели добычи и является важным мероприятием охраны природы и в частности подземных вод.

6. Гидроизоляция с помощью манжет выполняется с небольшими затратами средств и обеспечивает при качественной посадке манжеты достаточно высокую надежность перекрытия зон движения растворов.

Однако следует отметить и значительные недостатки гидроизоляции с использованием манжет, главным из которых является проникновение цементных растворов или других гидроизоляционных материалов под манжету, что приводит иногда к цементированию фильтров. В большинстве случаев это обуславливается отсутствием достаточного уступа при переходе на меньший диаметр скважины и его размывом при промывке скважин через фильтр.

7. Сооружения гравийного фильтра и изоляционной цементной перемычки над ним по эксплуатационной колонне, через специальный распределительный циркуляционный клапан.

8. Высокие технико-экономические показатели вскрытия продуктивных горизонтов, сложенных песками различной зернистости, могут быть получены при вращательном бурении с прямой промывкой скважин технической водой путем поддержания на пласт постоянного противодавления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная магистерская диссертационная работа позволяет сделать следующие выводы:

1. Исследованием установлено оптимальные режимные параметры бурения геотехнологических скважин, определены аналитические интегральные уравнения и графические зависимости механической скорости проходки v_m от осевой нагрузки P_d и частоты вращения бурового снаряда n .

2. Проведенные исследования основных факторов определяющие выбор буровых агрегатов для сооружения геотехнологических скважин в различных горно-геологических условиях показал наиболее требованиям технологии сооружения скважин отвечают агрегаты типа УРБ и ЗИФ с роторными и шпиндельными вращателями и их модернизированные типажи. Снижение себестоимости буровых работ путём перехода на меньшие диаметры бурения при постоянных эксплуатационных параметрах скважины;

3. Предложены различные конструкции геотехнологических скважин в зависимости от типа месторождения горно-геологических условий, глубины и назначения скважины, а так же типизация месторождений по горно-геологическим характеристикам.

4. Разработанные рекомендации позволяет увеличение коэффициента использования ($K_{и}$) имеющегося парка установок находится на уровне $K_{и} \sim 0,65-0,67$. Снижения значительных времени пребывания оборудования в ремонте. При этом коммерческая скорость бурения составляет $V_k = 600$ м/ст.-мес. на списочный состав буровых установок и 750 м/ст.-мес. на установки, находящиеся в работе.

7. С учетом установления оптимального типа бурового инструмента, применения разработанных технических решений и намечаемого перехода на технологию бурения долотами уменьшенного и малого диаметра коммерческая скорость бурения возрастает более чем на 15-21 %, позволит повысить коэффициент использования оборудования на 22-28%.

8. Затруднение использования при цементировании глубоких скважин в связи с трудностью спуска заливочных трубок, необходимость увеличения диаметра скважин для размещения заливочного става в пространстве между стенкой скважины и обсадной колонной, который приводит к увеличению диаметра скважины не менее 190 – 214 мм. Не обеспечивается высокое качество цементирования в связи с неравномерным распределением цементного раствора за колонной и разбавлением его глинистым раствором.

9. Сооружения гравийного фильтра и изоляционной цементной перемычки над ним по эксплуатационной колонне, через специальный распределительный циркуляционный клапан.

11. Высокие технико-экономические показатели вскрытия продуктивных горизонтов, сложенных песками различной зернистости, могут быть получены при вращательном бурении с прямой промывкой скважин технической водой путем поддержания на пласт постоянного противодавления. Таким образом, применения технологии бурения и сооружение скважин меньшими диаметрами осуществляется путем расширения прифилтрового интервала, спуском обсадной колонны с фильтром, сооружением гравийного фильтра и изоляционной цементной перемычки над ним по эксплуатационной колонне, через специальный распределительный циркуляционный клапан, применением специальных средств механизации. В результате применение разработанных технологических решений ожидаемый прибыль предприятия составит $=843670,0-467857,0-186176,6=189636,4$ тыс. сум.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арене В.Ж. Физико-химические геотехнологии. М., МГГУ, 2001, 656 с.
2. Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин. М., ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003, 554 с.
3. Блинов Г.А., Яковлев Ю.П., Васильев В.И. Охрана окружающей природной среды при бурении скважин на твердые полезные ископаемые и воду. СПб., ВИТР. 2000, 149 с.
4. Буровое оборудование. Справочник, том 1. М., «Недра», 2000.
5. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Никитин Б.А. Инженерные расчеты при глубоком бурении. М., «Недра», 2000.
6. Каримов И.А. Баркамол авлод орзуси. Т.: «Шарк», 1999.
7. Каримов И.А. Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. Ташкент ИПТД «Узбекистан». 2009. 46 с.
8. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бусагасида. Т.: 1997.
9. Каримов И.А. Ўзбекистон келажаги буюк давлат. Т.:1997
10. Комплексы подземного выщелачивания./ И.Г. Абдульманов, М.И. Фазлулин, А.Ф. Мосев и др./ Под ред. О.Л. Кедровского. М., «Недра», 1992.
11. Лимитовский А.М., Гланц М.А. Электрооборудование и электроснабжение геологоразведочных работ. М., 2000,
12. Петросов Д.А. Основные положения новой технологии сооружения высокодебитных скважин на воду. М., МГГУ, 2004.
13. Справочник по бурению скважин на воду под ред. Д.Н. Башкатова. М., «Недра», 1979.
14. Справочник по геотехнологии радиоактивного металла . В.И. Белецкий, Л.К. Богатков, Н.И. Волков и др. Под ред. Д.И. Скороварова. М.. «Энергоатомиздат», 1997.
15. Федоров В.С. проектирование режимов бурения М. 1978 г.

16. Толстов Е.А. и др. Техника и технология сооружения геотехнологических скважин в Навоийском ГМК. М., «НИА-Природа», 2004, 122 с.

17. Толстов Е.А., Першин М.Е., Гаджумян Р.А., Филиппов С.А. Охрана окружающей среды при разработке гидрогенных месторождений радиоактивного металла подземным выщелачиванием. М., ООО «Геоинформцентр», 2003, 44с.

18. Толстов Е.А., Толстов Д.Е. Физико-химические геотехнологии освоения месторождений радиоактивного металла и золота в Кызылкумском регионе. М., «Геоинформцентр», М., 2002.

19. Саттаров Г.С., и др. Научные аспекты развития работ подземного выщелачивания урана в НГМК. Журнал ГВУ. – Навои 2007 №1 С 39-45

20. Глотов Г.Н., Каргин Р.М. Некоторые рекомендации для проектирования рядных систем разработок при подземном выщелачивании урана Журнал ГВУ. – Навои 2009 №4 С 36-37.

21. Глотов Г.Н. О нормативах готовых к добыче запасов для обеспечения годовой производительности предприятия подземного выщелачивания урана Журнал ГВУ. – Навои 2009 №4 С 99-101.

22. Сайты интернета: <http://www.msmu.ru/>, <http://www.mggu.ru/>, <http://www.rosugol.ru/>, <http://www.conveer.ru/>, <http://www.nkmz.com/>, <http://www.ormetiz.ru/>, <http://gornoedelo.narod.ru/>.