

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра Горное дело

Оралбай Арнұр Еркінұлы

Проект проходки тоннелей разрушением скального грунта

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

6В07205 – «Горная инженерия»

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова

Кафедра Горное дело

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой «Горное дело»
д-р, техн. наук, профессор
Молдабаев С.К.
«03» 06 2024г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломному проекту

на тему: Проект проходки тоннелей разрушением скального грунта

6B07205 – «Горная инженерия»

Выполнил

Оралбай Арнұр Еркінұлы



Рецензент
Caspian University
Институт инженерии, сеньор - лектор
С.Т. Рустемов
«03» 05 2024г.

Научный руководитель
канд.техн.наук, ассоц.профессор
Д.К. Ахметканов
«31» 05 2024г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова

Кафедра Горное дело

6B07205 – «Горная инженерия»



УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «Горное дело»
Д-р техн. наук, профессор
Молдабаев С.К.
«02» _____ 2024г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся: Оралбай Арнұр Еркінұлы

Тема: Проект проходки тоннелей разрушением скального грунта

Утверждена приказом по университету №549-П/от «04» 01.12.2023 г.

Срок сдачи законченной дипломного проекта «31» 05 2024г.

Исходные данные к дипломному проекту: Диаметр на проходе тоннеля 5,64 метров. Общая
длина проходки тоннеля 3080 метров. Количество людей в смену 10.

Перечень подлежащих разработке вопросов, которые необходимо учитывать в дипломном
проекте:

- а) основные параметры;
- б) выбор системы вскрытия, подготовки и выемки руды;
- в) вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда;
- г) расчет экономической эффективности работы

Перечень чертежных материалов (обязательные рисунки должны быть точно показаны):

- 1 схема развития метрополитена;
- 2 система разработки месторождения

Рекомендуемая основная литература: Бегалинов А.Б. Шахта және жерасты
ғимараттары құрылысының технологиясы. II том. Жазық және көлбеужерасты қазбалары
құрылысының технологиясы. Оқулық. Алматы, ҚазҰТУ, 2011.- 432 б. Жәркенов М.І.
«Метрополитен нысандары құрылысының технологиясы». Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2012ж.-
231б, Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н., и др. Шахтное и подземное строительство.
Учебник для вузов. -3-е издание в 2 томах. – Москва: Издательство МГТУ, 2013. –Том 2. -815 с,
Лиманов Ю.А. Метрополитены. Издание второе, исправленное и дополненное. Издательство
«Транспорт», 2014г.-359с, Жәркенов М.І. «Жерасты ғимараттарының механикасы және
бекітпелердің құрылымдары» Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2011ж.- 211б, Картозия Б.А.,
Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Издание второе,
исправленное и дополненное. Издательство МГТУ, 2014. - 246с, Насонов И.Д., Федюкин В.А.,
Шуплик М.Н «Технология строительства подземных сооружений»- М: Недра, 2011. -368с.

ГРАФИК
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Геология	6.03.2024	
Основной раздел	10.04.2024	
Охрана труда	18.04.2024	
Экономика и организация производства	21.05.2024	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

Наименование разделов	Научный руководитель, консультанты	Дата подписания	Подпись
Геология месторождения	ассоц. профессор Д.К. Ахметканов	6.03.2024	
Основной раздел	ассоц. профессор Д.К. Ахметканов	10.04.2024	
Охрана труда	ассоц. профессор Д.К. Ахметканов	18.04.2024	
Экономика и организация производства	ассоц. профессор Д.К. Ахметканов	20.05.2024	
Нормоконтролер	Д.С. Мендекинова	31.05.2024	

Научный руководитель _____  Д.К. Ахметканов

Задание принял к исполнению студент _____  А.Е. Оралбай

Дата _____ «26» _____ 02 _____ 2024 г.

АҢДАТПА

Дипломдық жоба Алматы метрополитенінің өтпелі тоннелі құрылысының технологиясын жобалауға арналған.

Өтпелі тоннель құрылысын қалқандық кешенді қолдана отырып өтпелі тоннель қазбасын салу жобасы қарастырылған.

Жобада аймақтың геологиялық сипаттамалары, өтпелі тоннелдерді қазып өту әдістері, метрополитеннің жерасы құрылыстарын салудың экономикалық көрсеткіштері, еңбекті және қоршаған ортаны қорғау туралы мәліметтер жобада қаралған. Жобаның арнайы бөлімі ретінде өтпелі тоннелдің құрылысын қалқанмен өтутехнологиясы алынды.

Жобада «Момышұлы» және «Қалқаман» станцияларының арасын қосатын тоннелдің 1500м ұзындығының құрылысын салу технологиясын жобалау қарастырылады.

АННОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте рассмотрены вопросы строительства Алматинского метрополитена.

Дипломный проект состоит из следующих разделов: горно-геологические характеристики строительного участка, подготовительные работы строительства Алматинского метрополитена, технологические схемы строительства перегонного тоннеля, технология проходки среднего станционного тоннеля.

Дано описание проходческого цикла и его элементов: буровых работ при установке опережающего крепления, разработки грунта, погрузки и транспортирования пород и тубингов, возведения обделки. Составлен экономический расчет стоимости проходки перегонного тоннеля и изложены вопросы организации работ и техники безопасности.

В дипломном проекте основным разделом является строительство перегонного тоннеля, т.е. рассмотрено проектирование технологии строительства 1500м протяженности тоннеля, соединяющие между станции «Момышұлы» и «Қалқаман».

ABSTRACT

In this diploma project, the issues of construction of the Almaty metro are considered. The diploma project consists of the following sections: mining and geological characteristics of the construction site, preparatory work for the construction of the Almaty metro, technological schemes for the construction of a distillation tunnel, technology for the penetration of an average station tunnel.

The description of the tunneling cycle and its elements is given: drilling operations during the installation of advanced fastening, soil development, loading and transportation of rocks and tubing, construction of lining. The economic calculation of the cost of driving a distillation tunnel is made and the issues of work organization and safety are outlined.

In the diploma project, the main section is the construction of a distillation tunnel, i.e. the design of the technology for the construction of a 1500m long tunnel connecting the stations "Momyshuly" and "Kalkaman" is considered.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	7
1	Геологическая характеристика	8
1.1	Введение	8
1.2	Физико – географические условия строительства	8
1.3	Геологическое строение района	9
1.4	Гидрогеологические условия	9
1.5	Физико – механические свойства грунтов	10
1.6	Инженерно – геологические условия строительства	11
1.7	Уточнение инженерно – сейсмических условий	11
2	Проходка перегонного тоннеля	12
2.1	План, продольный профиль, инженерно – геологические условия	12
2.2	Основное значение способа строительства подземных тоннелей щитовым комплексом	13
2.3	Классификация щитовых комплексов и факторы учитываемые при их выборе	14
2.4	Расчетные требования к упаковке путевого тоннеля определение	16
2.5	Технология строительства тоннелей щитовыми комплексами	17
2.6	Монтажный тубинг тоннелей метрополитена расчет конструкции	19
2.7	Расчет основных параметров (производительность, величины сдвига и т.д.)	20
3	Технико – экономическая часть станции метро глубокого заложения в условиях г. Алматы	24
3.1	Способы расчета технико – экономических показателей подземного тоннельного сооружения	24
4	Меры охраны труда при работах в подземном строительстве Алматинского метрополитена	28
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в городе Алматы проживает около 2 миллионов человек. Из-за недостатка пассажирского транспорта население испытывает неудовольствие, так как город более населен, чем некоторые другие города. Это приводит к частым пробкам из-за большого количества легковых автомобилей. Выбросы газообразных веществ из различных видов транспорта также негативно сказываются на экологии города.

Для решения этих проблем и учитывая особенности города и его будущего развития, строительство метрополитена является наиболее оптимальным решением. Метрополитен представляет собой подземные железнодорожные пути. Для его проектирования необходимо учитывать рельеф местности, дорожный массив, плотность населения, пассажиропоток и другие факторы.

Проектирование метрополитена должно основываться на утвержденной основной схеме развития города. Важно консолидировать городские планы и выбрать наиболее эффективные решения, такие как расположение станций в зависимости от мест скопления пассажиров и оптимальное расстояние между ними.

Строительство метрополитена в городе поможет улучшить экономическое положение и обеспечить доступность быстрой перевозки пассажиров. Проект тоннеля щитом, включающий станции "Калкаман", уже выполнен в дипломном проекте, что говорит о готовности к реализации этой идеи.

1 Геологическая характеристика

1.1 Введение

Первая ветка метрополитена в городе Алматы проходит через наклонную равнину между реками Малая Алматинка, Большая Алматинка и Весновка. Уклон поверхности составляет около 5-7 градусов на севере и 2-3 градуса на западе. Строительство метрополитена в этом районе сталкивается с несколькими сложными геотехническими факторами:

- высокая сейсмическая активность, достигающая 9-10 баллов по шкале MSK-64;
- наклонный рельеф из-за местоположения в районе межгорной впадины;
- разнообразный и слабо устойчивый состав грунтов, с включениями галечников и валунов диаметром до 3 метров;
- различные глубины заложения станций и тоннелей, включая участки с мелким заложением от 11 метров и глубокие участки до 60 метров

Несмотря на эти трудности, в настоящее время строительство второй очереди первой ветки метрополитена ведется с высоким темпом.

1.2 Физико-географические условия строительства

Город Алматы расположен в самом центре Евразийского континента, на юго-востоке Республики Казахстан, на северном склоне хребта Заилийского Алатау. Географические координаты города - 43 градуса северной широты и 77 градусов восточной долготы. Хребет Тянь-Шань, в рамках которого расположен город, имеет значительную высоту - выше 4000 метров, с вершиной Талгар, достигающей 4975 метров. В городе климат различается в зависимости от высоты над уровнем моря: на севере улицы находятся на высоте около 500 метров, где климат более жаркий, а на юге, ближе к горам, высота жилых районов достигает 1800 метров, что приносит более прохладные условия.

Климат в Алматы континентальный, с большими различиями в температуре воздуха как внутри суток, так и в течение года. Эти различия также обусловлены географическим положением и морфологией местности. Средняя годовая температура составляет 8,7 градуса Цельсия, при этом самый холодный месяц - январь, со средней температурой -7,9 градуса Цельсия, а самый теплый - июль, средняя температура воздуха составляет +23 градуса Цельсия. Количество осадков в год составляет 629 мм, преимущественно в виде дождя.

Ветры в Алматы разнообразны: в предгорной зоне чаще всего дуют юго-восточные и южные ветры, в равнинных районах - юго-западные. В горах ветры также меняются в зависимости от времени суток: днем дуют с равнинной части вдоль ущелий с севера на юг, а вечером - с гор, с юга на север.

Территория города расположена на пологой наклонной равнине вдоль северного склона хребта Заилийского Алатау. Рельеф в основном

аккумулятивный тип, хотя встречаются и горные формации, такие как долины рек Каргалинка и Большая Алматинка. Гидрографическая сеть представлена этими реками, среднегодовой расход которых изменяется в зависимости от времени года.

Таким образом, географические и климатические особенности Алматы оказывают значительное влияние на жизнь и инфраструктуру города.

1.3 Геологическое строение района

Город Алматы расположен на полого-наклонной равнине, протянувшейся вдоль северного склона хребта Заилийского Алатау. Геология этого региона представляет собой сложную и разнообразную картину. Горные породы Заилийского Алатау образовались из интрузивных магматических пород, таких как граниты, гранодиориты, сиениты и диориты, а также из мощных глубинных осадочных пород, включая глины, лессовидные суглинки, известняки и галечники. Осадочные породы образуются в результате разрушения и отложения материала, включая останки растений и животных, а метаморфические породы, такие как сланцы, гнейсы и липариты, образовались под давлением и температурой.

Геологическая структура этого района включает в себя отложения разного возраста, начиная от палеозойских и заканчивая современными. Палеозойские отложения находятся на глубине около 2000 метров и состоят в основном из карбонатных пород. Они перекрыты мощными отложениями озерного происхождения палеоген-неогенового возраста, а поверх них расположены рыхлые четвертичные отложения.

Тектонически этот район представляет собой межгорную впадину, образованную опусканием по системе глубоких разломов. Эта впадина соответствует опущенному тектоническому клину, образованному в результате взаимодействия разломов Алматинской и Бородайской систем. С точки зрения сейсмического районирования, территория города Алматы делится на два района с сейсмической активностью 9 и более баллов.

Район 1, расположенный к северу от проспекта Райымбека, характеризуется наличием мощных отложений валунно-галечных пород конуса выноса, с грунтовым уровнем на глубине от 38 до 61 метра. Район 2, находящийся к северу от проспекта Райымбека, характеризуется более мощными отложениями лессовидных суглинков, с глубиной залегания уровня грунтовых вод от 4 до 10 метров.

1.4 Гидрогеологические условия

Склоны хребтов Заилийского Алатау характеризуются многочисленными бороздами эрозии, где не редки снежные лавины и водные потоки, иногда вызывающие оползни и даже наводнения. Эти явления, образованные действием

ледников и горных вод, привели к формированию крупных ущелий и их ветвлений, определяя основные черты рельефа в данном регионе.

Гидрографическая система северной части склонов Заилийского Алатау в целом хорошо развита и состоит из двенадцати малых и больших рек, истоки которых берут начало на вершинах вечных ледников и снежных шапок, а также в равнинной зоне на высоте менее 1000 метров над уровнем моря. Эти реки можно классифицировать как горные, предгорные и равнинные в зависимости от их источников питания и режима. Высота водосбора является основным фактором, определяющим тип реки и ее характеристики.

Город Алматы занимает полого-наклонную равнину, протянувшуюся вдоль северного склона Заилийского Алатау. Его южные кварталы расположены в пределах низкогорья, в то время как северные кварталы находятся на полого наклонной равнине. Рельеф этого района представлен слабо волнистыми формами, с останцевыми буграми, неглубокими оврагами и долинами мелких речек.

Строительство первой очереди метрополитена происходит на южной границе артезианского бассейна Заилийского, который изобилует водой. Уровень грунтовых вод на глубине 90-100 метров с химическим составом типа гидрокарбонатно-натриевого и кальциевого, что не является агрессивным для бетонных конструкций. Вдоль линии метрополитена, между проспектами Абая и Райымбека, имеется значительный перепад высот до 100 метров с уклоном 0,035°.

Долины рек Весновка и Поганка, которые пересекает трасса метрополитена, не очень широкие и оборудованы железобетонными лотками для стабилизации.

1.5 Физико-механические свойства грунтов

На строительстве первой очереди метрополитена в Алматы крупноблочные грунты преобладают среди видов грунтов. Валунные и галечники, характеризующиеся значительными размерами, хорошо обкатаны. Песок, преимущественно кварцевый, имеет разнообразную крупность, включая как крупные, так и мелкие частицы. Влажность заполнителя варьирует от 3 до 7 процентов. Физико-механические свойства этих грунтов не зависят от глубины залегания.

Температура грунтов на глубине 20-40 метров колеблется от 12 до 18 градусов Цельсия. Плотность грунтов варьируется от 0,5 до 2,26 тонн на кубический метр. Угол внутреннего трения находится в пределах 18-19 градусов, а удельное сцепление составляет 40-45 килопаскалей. Модуль деформации колеблется от 11 до 12 мегапаскалей, а коэффициент Пуассона равен 0,35. Коэффициент Протодьяконова составляет 1,2, а условное расчетное сопротивление грунтов - 190 килопаскалей.

1.6 Инженерно-геологические условия строительства

Инженерно-геологические изыскания для обоснования проектирования и строительства метрополитена имели ключевое значение. Они включали в себя комплекс мероприятий, направленных на изучение геологических характеристик района с целью разработки предпроектной документации. Полученная информация о строении горного массива и гидрогеологической обстановке позволила корректно и экономично проектировать, строить и эксплуатировать метрополитен.

Основными задачами инженерно-геологических изысканий было выявление характеристик грунтов, их несущей способности и коррозионной активности, что позволило прогнозировать их изменчивость при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений [1].

Результаты инженерно-геологических исследований позволили определить наиболее целесообразные и экономически выгодные конструкции и глубины заложения фундаментов, учитывая все неблагоприятные факторы, которые могли бы повлиять на строительство и эксплуатацию зданий и сооружений.

1.7 Уточнение инженерно-сейсмических условий

Проектирование и строительство II-ой очереди метрополитена в городе Алматы требует учета сейсмических особенностей района. Согласно данным Карты комплексного сейсмического микрорайонирования города, линия строительства метрополитена находится в границах сейсмического участка II-A-1. В соответствии с требованиями СНиП РК 2.03-30-2006, грунты на этом участке оцениваются по категориям сейсмических свойств.

Проектируемая линия метрополитена также пересекает зоны возможного проявления Оперяющего тектонического разлома и Жанатурмысского тектонического разлома. Для оценки и уточнения местоположения границ этих разломов были выполнены специальные измерения методом АЗАН, что позволило установить фактическое местоположение границ зон разлома вблизи линии строительства метрополитена.

С учетом вышеупомянутых данных и исходя из сейсмических измерений, проведенных на различных участках, можно сделать вывод, что исходная сейсмичность района оценивается как 9 баллов. Категория грунтов по сейсмическим свойствам на всем участке линии метрополитена также оценивается как девять баллов.

Эти данные предоставляют важную информацию для инженеров и строителей при разработке и реализации проекта метрополитена, так как позволяют учесть сейсмические риски и принять соответствующие меры по обеспечению безопасности и устойчивости инфраструктуры.

2 Проходка перегонного тоннеля

Использование щитового комплекса КТ-1-5,6 для проходки перегонных тоннелей представляет собой эффективный метод строительства. Этот комплекс включает в себя несколько ключевых компонентов, таких как проходческий щит, оборудование для возведения обделки, технологическая платформа и другие.

Передвижение щита осуществляется следующим образом: после разработки породы перед ножевым кольцом на глубину заходки включаются щитовые гидравлические домкраты. Штоки этих домкратов упираются в ножевое кольцо крепи, что позволяет щиту передвигаться вперед в свободное пространство. В процессе движения щита его ножевая часть срезает породу по контуру выработки. После перемещения щитового комплекса на новую заходку штоки домкратов убирают в исходное положение. Под защитой оболочки хвостовой части возводится постоянная крепь из сборных железобетонных элементов. За пределами щита для обделки используется тампонажный раствор. Такой метод позволяет эффективно осуществлять проходку тоннелей, обеспечивая безопасность и эффективность строительного процесса [2].

2.1 План, продольный профиль, инженерно-геологические условия

План строительства первой очереди метрополитена в городе Алматы предусматривает проходку трассы через различные районы города с учетом особенностей местности и инфраструктуры. Начиная с портала на окраине города, трасса проходит через улицы и районы, предусматривая строительство станций в удобных для пассажиров местах.

Продольный профиль трассы определяется рельефом местности и наличием тектонических разломов. В особенности, рассмотрено расположение трассы вблизи поверхности грунтовых вод, что требует дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности строительства. Участки трассы имеют различные уклоны и профили, включая подъемы, спуски и горизонтальные участки.

Инженерно-геологические исследования, проведенные вдоль трассы, позволили определить характер грунтового массива и гидрогеологическую обстановку. Они показали, что основной грунтовый массив состоит из насыпных грунтов, суглинков, галечников и валунов. Подземные воды располагаются на глубине 500 метров, и их уровень может изменяться в зависимости от времени года. Некоторые участки подвержены воздействию поверхностных водоотводов, что требует дополнительных мер безопасности.

Оценка инженерно-геологических условий предполагает благоприятные условия для строительства метрополитена в большинстве участков, за исключением начального участка с близким расположением к поверхности грунтовых вод, где условия могут быть неблагоприятными. Однако участок щитовой проходки, полностью расположенный в необводненных грунтах,

считается благоприятным для строительства.

2.2 Основное значение способа строительства подземных тоннелей щитовым комплексом

Строительство подземных сооружений с использованием щитовой технологии представляет собой процесс, включающий несколько этапов и ключевых моментов:

1) выемка пород: Основные работы по выемке пород осуществляются внутри временной металлической пленки, или щита, расположенной в забое выработки. Это позволяет обеспечить безопасность работников и предотвратить обвалы пород;

2) укладка постоянных крепей: В процессе выемки пород также происходит укладка постоянных крепей, обеспечивающих устойчивость и безопасность сооружения. Эти крепи размещаются на щите и затем устанавливаются на дне выработки;

3) поддержка домкратов: Для сдвига щита и сжатия в массиве используются гидравлические домкраты, установленные на регулируемых породах. Это позволяет контролировать движение и обеспечить безопасность работ;

4) накладка постоянной обделки: На тыльную сторону щита накладывается постоянная обделка, обеспечивающая дополнительную защиту и жесткость сооружения;

5) смещение щита: Для смещения щита вперед используется гидравлическая часть щита, метод сложения домкратов и неподвижное кольцо. Это обеспечивает движение щита в сторону свободной площадки;

6) определение параметров щитовой выработки: Параметры щитовой выработки, такие как наружный диаметр щита, его длина и маневренность, определяются в зависимости от характеристик сооружения и условий работы.

В целом, щитовая технология является эффективным и безопасным способом строительства подземных сооружений, который широко используется при проектировании и реализации метрополитена и других инфраструктурных объектов [3].

По мере смещения щита ножевым кольцом обводят контур выработки и породы частично вырублены. В зависимости от параметров щитовой выработки ее геометрические параметры определяются. К его основным параметрам относятся: наружный диаметр щита $D_{\text{ш}}$, ее длина $L_{\text{ш}}$ и маневренность коэффициент $K_{\text{ш}}$ относится.

Для определения наружного диаметра щита:

$$D_{\text{ш}}=d_{\text{н}}+e+2\delta=1,008d_{\text{н}}+2b,$$

$$D_{\text{ш}}=d_{\text{н}}+e+2\delta=1,008\times 5,64 + 2\times 0,06=5,71\text{м}$$

где δ -толщина щитовой пленки. Толщина пленки в щитах большого диаметра до 60 мм; (2.1)

d_n -наружный диаметр обшивки тоннеля;

e - строительный зазор

Полная длина по верху щита:

$$L_{щ} = L_n + L_{оп.к} + L_{об}, \text{ м}, \quad (2.2)$$

$$L_{щ} = 1,1 + 2 + 2,3 = 5,4 \text{ м}.$$

где L_n -ширина лопастного кольца, которая зависит от устойчивости пород
Для щитов среднего размера она колеблется от 1 м до 1,2 м. - ширина поддерживающего кольца, рабочая линия щитового домкрата размер принимается равным удвоенному размеру. Щитовой домкрат шаговый путь-принимается равным ширине упаковки кольца.

То есть,

$$L_{оп.к} = 2 \times b, \text{ м} \quad (2.3)$$

$$L_{оп.к} = 2 \times 1 = 2 \text{ м}$$

где $b = 1$ м – ширина упаковки кольца;

$L_{об}$ – ширина задней части щита

$$L_{об} = l_1 + l_2 + l_3, \text{ м} \quad (2.4)$$

где l_1 – размер покрытия упаковки при выработке в устойчивых породах принимается равным ширине двух колец – в твердых или нестационарных породах, меньшем, чем размер кольца упаковки, т. е. $l_1 = (1,2 \div 2,2)b$;

l_2 – ширина свободного пространства между поддерживающей стойкой домкрата и боковой плоскостью обшивки - 0,15-0,2 м;

l_3 - длина конструктивных элементов гидродомкрата-от 0,4 до 0,7 м

$$L_{об} = 1,6 + 0,2 + 0,5 = 2,3 \text{ м}$$

2.3 Классификация щитовых комплексов и факторы учитываемые при их выборе

Щиты применяются в сложных геологических и геогидрогеологических условиях, таких как неустойчивые и рыхлые породы, а также при больших

перепадах горного давления и значительных потоках воды. В зависимости от размеров проходческих выработок различают выработки малого, среднего и большого диаметров.

В зависимости от площади поперечного сечения проходческих выработок их можно разделить на три разных диаметра:

- выработки малого диаметра (до 3,2 м);
- выработки среднего диаметра (от 3,2 до 5,2);
- выработки большого диаметра (от 5,2 м)

Размещение тоннелей по зонам эксплуатации систематизирует:

- сыпучие и неустойчивые породы; крепкую породы с коэффициентом $f=0,5$ до $f=5$;

- породы с крепостью $f>5$;

- обводненные породы, в данном случае специальный подход заключается в воздействии на систему щитов использование специфических методов (сжатый воздух в верхней части щита существующая кессонная зона и обеспечение пребывания людей за пределами этой территории и т.д.)

Механизированные щитовые комплексы представляют собой высокоавтоматизированные системы, в которых различные рабочие органы, установленные на щитах, осуществляют разрушение пород в забое. Операции других выработок также полностью механизированы. Все используемые механизмы для разрушения, погрузки и транспортировки пород рассматриваются как часть единой системы, установленной на щите. Степень механизации выработки в таких комплексах достигает 90%.

Рабочий орган щита является основным элементом механизированного щита. Существует несколько типов рабочих органов щита, включая карнавальный, роторный, экскаваторный, планетарный, колебательный и выборочный действия.

Частично или частично механизированные щитовые комплексы лишены устройств для разрушения и погрузки пород непосредственно в забой. В таких случаях породы разрушаются с использованием ручных инструментов или методом бурения, а затем отдельные машины используются для их погрузки. Погруженные породы затем транспортируются на промежуточные конвейеры и далее с помощью вагонеток.

В немеханизированных щитовых комплексах передвижение осуществляется полностью без механизации, за исключением некоторых процессов, включая работу с крепежным аппаратом. Основные части таких комплексов могут быть как открытыми, так и закрытыми, в зависимости от требований процесса.

Головной отсек применяется в замкнутых щитовых комплексах, особенно в глинистых и песчаных породах с высокой влажностью. В таких породах невозможно сохранить породы в естественном состоянии без перемещения и разрушения забоя, поэтому требуется дополнительное давление на забой. Для этого нагнетается глиняная смесь, смешанная с породой, сжатый воздух и

мелкодисперсная консистенция. Головной отсек и щитовой комплекс устанавливаются в закрепленном забое.

На щитке располагается тупиковая (закрытая) главная часть щитового комплекса. Начало щитового комплекса считается замкнутым (закрытым).

Другие работы по созданию конструктивной механизации, соответствующей уровню оснащённости, проводятся согласно установленным методикам.

Если длина выработки не превышает 400 метров, экономически целесообразно использовать немеханизированный щитовой комплекс. В случае выработки более 400 метров применяется комплекс механизированного щита.

2.4 Расчетные требования к упаковке путевого тоннеля определение

Величину нагрузок на кожух от горного давления следует рассчитывать по подошве на основании результатов инженерно-геологических исследований и экспериментальных исследований. При длине тоннелей не более 9,5 м допускается определять нормативную вертикальную нагрузку на их мешки от горного давления.

Вертикальные от горного давления на обшивку переносных тоннелей расчет нагрузки:

$$q^H = \gamma \times g \times H, \text{ кН/м}^2, \quad (2.5)$$

$$q^H = 1,20 \times 9,8 \times 32,6 = 383,37 \text{ кН/м}^2 = 0,38337 \text{ МПа}.$$

От горного давления на обшивку переносных тоннелей вычисляем величину нормативной плоской нагрузки по формуле:

$$P^H = q^H \times tg^2 \left(45^\circ - \frac{28^\circ}{2} \right), \text{ кН/м}^2 \quad (2.6)$$

$$P^H = 180 \times tg^2 \left(45^\circ - \frac{28^\circ}{2} \right) = 64,846 \text{ кН/м}^2 = 0,06 \text{ МПа}$$

2

где φ^H - нормативный угол внутреннего трения пород;

q^H - нормативная вертикальная нагрузка 180 кН/м²

Расчетные нагрузки, нормативные нагрузки определяется путем умножения на коэффициент:

$$q_p = q^H \times K_{a.z} \text{ МПа} \quad (2.7)$$

$$q_p=0,383 \times 1,4=0,5362 \text{ МПа}$$

$$P_p=P^H \times K_{a.ж} \text{ МПа} \quad (2.8)$$

$$P_p= 0,06 \times 1,4=0,084 \text{ МПа}$$

2.5 Технология строительства тоннелей щитовыми комплексами

Основные технологические приемы при сооружении тоннелей методом щита включают в себя следующие операции: предварительные (подготовительные) работы, выемку пород (копку, погрузку и транспортировку), укладку обшивки, закачку растворов за пределы обшивки и водоизоляционные работы.

Подготовительные работы начинаются с монтажа камеры для щита. Эта камера размещается в тоннельном канале и служит для установки самого щита. Ее размеры определяются размерами самого щита и удобством монтажа. После окончания работ камера снимается, что может осуществляться различными методами.

Облицовка камеры производится из цельного бетона. Ее высота обусловлена необходимостью обеспечить достаточное пространство для монтажа щита и защиты работников. Расстояние между щитом и верхом камеры, а также между щитом и боковыми стенками камеры составляет от 0,6 до 0,8 метра. Длина щита может варьироваться от 6 до 9 метров, а его грузоподъемность обычно составляет от 3 до 10 тонн, что зависит от используемых лебедок и тельферов [4].

По завершении монтажных работ и проверке всех систем управления начинается ввод щита в забой. В случае использования немеханизированных щитов в зависимости от качества пересекаемых пород выполняются следующие работы по извлечению пород: в мягких глинисто-песчаных породах породы разрушаются молотками дробления, а в породах большой мощности используется методика бурения-дробления.

При работе с дробильными молотками проходчики размещаются под ножевым кольцом щита на плоских площадках. Щитовые домкраты размещаются на подвижных платформах, которые движутся по ходу движения. Взрывные породы выгружаются в подземный филиал, откуда они загружаются в вагонетки или в дренажные сборочные потоки (типа ППМ), поддерживающие погрузочную машину.

Забой тоннеля укрепляется деревянными щитами, плоскими плитами и вертикальными перегородками, собранными временными креплениями и находящимися в забойных домкратах. При выемке забоев, состоящих из мягких глинистых и песчаных пород, используется пневматическая лопата и молоток дробления на покрытии кольца клинка щита. Ноги щита должны ежедневно входить в породы не менее чем на 10 см при рытье пород. В суглинистых и

песчаных породах недостаточной устойчивости передняя плоскость забоя не фиксируется. При проведении проходческих работ под надземными домами или коммуникациями передняя плоскость забоя укрепляется. При закреплении плоскости забоя производится выемка пород с последующим снятием 1-2 слоев натяжного крепления над забоем.

Для предотвращения скольжения пород выкапывается большой участок любой ширины (глубина 0,5-1 м) на два шага сдвига щита. Затем создается сборный кожух. Процесс включает получение кусков или тубингов по технологии создания сборного кожуха, передачу установочных устройств в ограждающие приспособления, крепление их к этим приспособлениям и установку на кольцо кожуха. Компоненты упаковки транспортируются в установочное пространство с помощью специальных блоконосителей, платформ или контейнеров. Их перемещают вне щита, часто на расстояние в несколько десятков метров. Для разгрузки тельферных лебедок используются гидродомкраты манипуляторов и другие средства.

Компоненты кожуха из посадочного пространства специфичны для установочных механизмов и перемещаются с помощью специальных домкратных систем, которые движутся с тележками, рольгангами, поддерживающими тельфер, или монорельсами. Сборка отдельных составных частей индивидуальных сборных упаковок возможна только с применением специальных приспособлений, таких как перегородки или тубинг-щиты.

На малых и средних скважинных щитах крепления устанавливаются либо непосредственно на щите, либо на поперечном сечении щита. В скважинных ансамблях диаметром более 5,2 м используются отрезки и тубинговые щиты, установленные на автономной индивидуальной тележке. Тележки перемещаются за щитом вдоль тоннеля или по крепежным элементам, прикрепленным к обшивке.

По конструктивному исполнению отрезки и тубинговые отборники бывают круговыми, кольцевыми, корановыми и сакральными. В практике строительства тоннелей щитами наиболее распространены радиальные щиты. Установка радиально аналогичного кожуха с тубинговым отборником начинается с перемещения щита на новую ширину и освобождения установочного пространства для тубинга. В большинстве случаев из этого пространства убирают груз, препятствующий работе, выпуская его через сборочный поток.

Части или тубинги подаются попеременно под укрепления, не закрепляются на них и доставляются в установочное пространство с применением ручного воздействия.

В первую очередь уточняются срезы лотка, затем предотвращение падения на левую и правую стороны тоннеля обеспечивается специальными подвижными опорами и щитами, сопровождаемыми домкратами. В верхней части уплотнительного кольца устанавливается заглушка (иногда требуется дополнительное смещение щита), причем незакрытое до установки кольцо

опирается на специальные домкраты.

Навесные механизмы устанавливаются на внешние или внутренние опоры. Эти перегородки представляют собой сборные потоки, которые несут породы из забоя и оставляют основное место в средней части большого сечения тоннеля. Кольцевые лопасти, установленные на внутренних опорах, позволяют использовать схему подачи на верхний или нижний этаж. Канатные колодки применяются на мелкодисперсных щитах. Хотя некоторые операции приходится выполнять вручную при сборке упаковки, они отличаются простотой использования и занимают небольшое место в пространстве сборки.

Существует возможность применения съемных и подвижных форм для создания монолитно-уплотненной документации. Съемная опалубка изготовлена из 12-14 станций шириной 600 мм. В зависимости от величины сдвига щита собирают последнюю секцию штамповки и продвигают ее вперед с помощью специальных подъемных устройств. Эти операции повторяются для каждой секции, что является их недостатком.

Скользкая формовка продвигается вперед с поддержкой гидравлических домкратов в процессе перемещения щита, что исключает операции перепланировки и сборки. Это делает использование этих форм наиболее перспективным [5].

2.6 Монтажный тубинг тоннелей метрополитена расчет конструкции

При ведении проходки подземным способом в здании метрополитена используется система сборных упаковок.

В неустойчиво смачивающихся породах-используются чугунные обрешетки и специальные железные тубинги. Железобетонное тубинговое кольцо из обычных тубингов, с замком из тубингов и вместе с ним двухшовных тубингов. Высота борта h_b , которая по-прежнему является монтажной и грузоподъемной составляющей считается. Для внутреннего объема тоннеля $D_{вн} = 5,5$ м и сначала гор в зависимости от свойств, окружающих пол.

В устойчивых водных породах:

$$H_b = (0,02 \div 0,03) \times D_{вн}, \quad (2.9)$$

$$mh_b = (0,02) \times 5,64 = 0,112 \text{ м}$$

В не устойчивых породах:

$$h_b = 0,04 \times D_{вн} \text{ м}, \quad (2.10)$$

$$h_b = 0,04 \times 5,64 = 0,226 \text{ м}.$$

После этого измеритель h_B проверяется расчетом.

Длинные и широкие боковые тубинги 20-45 мм стали соединяются между собой.

В реальном времени 90% общей длины строящегося тоннеля фиксируется железобетонной обшивкой.

2.7 Расчет основных параметров (производительности, величины сдвига и т.д.)

При продвижении щита необходимо преодолеть следующие силы сопротивления:

- силы сопротивления проникновению головной части щита в забой- W_1 ;
- трение, возникающее между породами и оболочкой щита- W_2 ;
- между оболочкой щита и внутренними поверхностями обшивки силы трения- W_3 ;
- трение, возникающее между другими частями щита и поверхностью обшивки сила- W_4

Суммарный размер этих сил должен быть увеличен для продвижения щита:

$$W=W_1+ W_2+ W_3+ W_4, \text{ кН} \quad (2.11)$$

Величина силы, создаваемой для введения передней части щита в породный массив, зависит от физико - механических свойств породного массива, структуры секции на головке щита, геометрических размеров щита, технологии проведения выработок.

Определение сил, затрачиваемых на ввод передней части щита в породный массив, зависит от трех основных условий.

В нашем случае: при ведении тоннеля на неустойчивых песчаниках забой выкапывается по мере продвижения щита вперед. В этом случае W_1 определяется исходя из теории предельного равновесия или считается, что примерно на каждый метр кромки породореза щита приходится 300-350 кН/м силы.

Расчет сил сопротивления проникновению головной части щита в забой:

$$W_1=300 \times D_{\text{щ}} \times \pi, \text{ кН} \quad (2.12)$$

$$W_1=300 \times 5,64 \times 3,14=5312,88 \text{ кН.}$$

здесь $D_{\text{щ}}$ - наружный диаметр пленки, м

Рассчитаем силы трения, возникающие между породами и оболочкой

щита:

$$W_2 = [2 (P_B + P_r) L_{щ} \times D_{щ} + G \times g] \times m, \text{ Н} \quad (2.13)$$

$$W_2 = [2 (P_B + P_r) L_{щ} \times D_{щ} + G \times g] \times m = [2 (188,8 + 73,7) 7,2 \times 5,86 + 165 \times 9,8] \times 0,4 = 9507,78 \text{ кН}$$

где P_B - удельное давление, падающее на щит в вертикальной плоскости, Н/м^2

$$P_B = \gamma \times g \times h, \text{ кН/м}^2 \quad (2.14)$$

$$P_B = 1,20 \times 9,81 \times 16 = 188,8 \text{ кН/м}^2$$

где γ - плотность пород, $\gamma = 1,20 \text{ т/м}^3$;

h - толщина породного массива над щитом;

g - ускорение свободного падения, $9,81 \text{ м/с}^2$;

$L_{щ}$ - Длина щита $L_{щ} = 7,2 \text{ м}$;

$D_{щ} = 5,86 \text{ м}$;

G - Масса щита $G = 165 \text{ т}$;

μ - коэффициент трения стали с породой, обычно $0,2 \div 0,5$;

P_r - плоское давление на щит Н/м^2 .

(2.15)

$$P_r = P_B \times \text{tg}^2(45^\circ - \frac{\mu}{2}), \text{ кН/м}^2$$

$$P_r = 188,8 \times \text{tg}^2(45^\circ - \frac{0,26}{2}) = 7^2 3,7 \text{ кН/м}^2 = 0,073 \text{ Мпа}$$

Плоское давление на щит определяется по следующей формуле;

$$W_3 = G_1 \times \mu_1, \text{ кН}$$

$$W_3 = 1400 \times 0,5 = 700 \text{ кН}$$

где G_1 - масса колец обшивки тоннеля внутри щита, т;

$G_1 = 1400 \text{ кг}$;

μ - коэффициент трения стали между облицовочными материалами;

μ_1 - 0,15÷0,2-для чугуновых;

μ_2 - 0,4÷0,5-для железобетонных

Величину сил, необходимых для преодоления сопротивления трения, создаваемого между стенками кожуха платформы, на которой установлены механизмы, перемещающиеся вместе со щитом, определяют по формуле:

$$\begin{aligned} W_4 &= G_1 \times \mu_1 \times k \times g, \text{кН} \\ W_4 &= 30 \times 0,4 \times 2 = 24 \text{ кН} \end{aligned} \quad (2.16)$$

где G_1 -масса частей землеройных комплексов, перемещаемых вместе со щитом, кН;

$$G_1 = 30 \text{ т};$$

μ_1 -коэффициент, учитывающий местные помехи, указываемые на смещение частей комплекса, перемещаемых вместе со щитом

Тогда, учитывая, что $\mu_1 = 0,5$, $k = 2,0$, значение W_4 вместе со щитом будет равно весу частей движущегося комплекса.

$$W = 5312,88 + 9507,78 + 700 + 24 = 15544,66 \text{ кН} \quad (2.17)$$

Значение общей силы, затрачиваемой на перемещение щита, необходимо для определения силы, создаваемой домкратами, применяемыми к его перемещению .

Силы, создаваемые домкратами, должны быть больше сил, способствующих перемещению щита:

$$\begin{aligned} P &= K_3 \times W, \text{кН} \\ P &= 15444,66 \times 1,5 = 23166,99 \end{aligned} \quad (2.18)$$

где K_3 -коэффициент, учитывающий величину избыточной силы, $K_3 = 1,5$
 При определении продуктивности щита должна предусматриваться продолжительность работ по вскрытию и погрузке пород, закреплению выработки. Максимальная продолжительность цикла прокладки тоннеля по замене длину построенного тоннеля принимают к индивидуальному значению производительности щита. Дополнительный объем продуктивности принимает от массива к этому времени объем разрушенных пород, который позволяет сравнивать продуктивность щитов с различными объемами, а также перевозку пород.

Производительность скважинного щита или скорость строительства тоннеля зависит от неучтенных моментов, основными из которых являются тип исполнительного органа и инструмента, способ загрузки породы, виды погрузочного органа, длина кусков и ширина выработки.

Производительность общеизвестного щита ориентируется на его рабочие

характеристики, режимные и конструктивные параметры и степень использования по времени.

При строительстве тоннеля нет необходимости менять состав между одним стволом и другим, т. е. $t_{з.и}=0$.

Продолжительность очистки лотка щита для затворения в зависимости от производственных опытов в среднем $t_{з.л} = 2,5$ мин; суммарное время начала совмещения кладки с опусканием крепежных деталей $t_{р.к}=2$ мин.

То есть,

$$\begin{aligned} T_{\text{пр.пресс}} &= t_{з.л} + t_{р.к}, \text{ мин} \\ T_{\text{пр.пресс}} &= 2,5 + 2 = 4,5 \text{ мин} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Коэффициент готовности принятого щита, рассчитав его среднюю сложность и характеристику пород, принимаем $K_{\Gamma} = 0,9$.

То есть,

$$\begin{aligned} T_{\text{пр}} &= t_{з.м} + T_{ц.м} \left(\frac{1}{k} - 1 \right) + T_{\text{пр.пресс}}, \text{ мин} \\ T_{\text{пр}} &= 0 + 31 \times \left(\frac{1}{0,9} - 1 \right) + 4,5 = 7,9 \text{ мин} \end{aligned} \quad (2.20)$$

Техническая производительность щита:

$$\begin{aligned} L_{\text{тех}} &= \frac{60 \cdot m \cdot l \cdot K}{T_{ц.м}}, \text{ м/смена} \\ L_{\text{тех}} &= \frac{60 \times 6 \times 0,7}{31} \times 0,8 = 6,5 \text{ м/смена} \end{aligned} \quad (2.21)$$

3 Технико-экономическая часть станции метро глубокого заложения в условиях города Алматы

Для расчета экономических показателей необходимо знать сметную стоимость здания. Для его расчета определяются заранее накопленные прямые забойные затраты. Они состоят из заработной платы забойных рабочих, стоимости материалов, энергозатрат, амортизационных отчислений ископаемого оборудования. Данные по технико-экономической части приведены в таблицах 3.1, 3.2, 3.3, 3.4.

3.1 Способы расчета технико-экономических показателей подземного тоннельного сооружения

В выработке работают 6 рабочих. Определение заработной платы работников:

$$C_3 = T_{cm} \times n_{\text{раб}} \times K_{\text{р.р.с}} \quad (3.1)$$

где T_{cm} -тарифная ставка рабочего, которая выставляется в соответствии с разрядом;

$n_{\text{раб}}$ -количество рабочих;

$K_{\text{р.р.с}}$ – расход на рабочую силу.

Таблица 3.1 - Заработная плата рабочих, затрачиваемых на проходку 1 м.

Выполняемые операции	Разряд рабочих	Тарифная ставка	Число рабочих	Тарифная ставка исполнителя чел.смену/цикл	Цена тенге		
					Цикл	1м проходки	
Машинист щита	5	4100	1	46860	6540	6540	
Помощник машиниста	5	3820	1	43460	6250	6250	
Бурильщик	5	3820	2	77750	13470	13470	
Крепильщик	4	3540	1	34600	5730	5730	
Машинист блокоукладчика	4	3320	1	32710	5230	5230	
Основная заработная плата					38560		
Дополнительная заработная плата (40%)					15424		
Страхование, Пенсионный фонд (30%)					11568		
Всего					65552		

Расход материалов. Для определения расхода материалов необходимо определить объем их расхода за один цикл.

Введение раствора первого порядка:

$$N_{p.п.н} = S_3 \times L, \text{ м}^3, \quad (3.2)$$

где S_3 - площадь полости за кожухом-0,10 м²;

$L_{окр}$ -длина тоннельного кольца-32,4 м

Тогда

$$N_{p.п.н} = 0,10 \times 32,4 = 3,24 \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

Состав вводимого раствора первого порядка-половина смеси цемента и наполнителей. Необходимый объем цемента 1,6 м³ - его цена 35440тг, наполнителей 16 170 тг.

Для введения контрольного раствора используется только цемент. Объем необходимого раствора по норме 0,76 м³ его стоимость 20 720 тг. Цена шпала и рельса, спускаемого в тоннель, 10 360 тг.

Таблица 3.2 - Затраты по материалам

Названия	Цена, тенге	Расход за цикл		Затраты на 1 м выработки, тенге
		Размер	Цена, тенге	
Тюбинг	267120	7 штук	1869840	1869840
Трубы	3500	1 м	3500	3500
Вводимый раствор первого порядка	18700	2,2 т	41140	41140
Контрольный Раствор	18290	1,5 т	27435	27435
Рельсы	4340	6 штук	26040	26040
Шпалы	3340	2 штук	6680	6680
Неучтенные материалы(10%)	197465			
Всего	2172100			

Расход энергии. В производстве используются два разных источника энергии:

- 1) Сжатый воздух;
- 2) электрическая энергия

Рассчитаем расход электрической энергии на одно оборудование:

$$C_{\text{эн}} = n_{\text{обор}} \times A_{\text{обор}} \times p_{\text{э.ц}} \times c_{\text{эн}} \quad (3.4)$$

где $n_{\text{обор}}$ -количество энергопотребляющего оборудования, шт.;

$A_{\text{обор}}$ -мощность оборудования, м³ / мин или кВт ч;

$t_{\text{раб}}$ -продолжительность работы оборудования, мин или час;

$p_{\text{э.ц}}$ расход энергии в цикле, м³ или кВт; $c_{\text{эн}}$ -цена энергии, тенге

Таблица 3.3 - Сумма энергозатрат, необходимых для строительства тоннеля 1 м

Вид энергии и наименование потребителя	Число	Мощность	Продолжительность работы	Энергопотребление за цикл	Цена, тг	Затраты на 1м, тг
Сжатый воздух: Дробильный Молоток	2	2 м ³ /мин	180 мин	360 м ³	2,96	1065
Электроэнер.: Насосы временных креплений	2	7 кВт/час	13 час	182 кВт	18,5	3367
Введение раствора первого Порядка	2	7 кВт/час	7,5 час	105кВт		1942
Вентилятор	1	38 кВт/час	56 час	2128 кВт	18,5	39368
Введение контрольного раствора	1	7 кВт/час	15,96 час	111,72 кВт		2066
Комплекс проходческий	1	60 кВт/час	28 час	1680 кВт	18,5	31080
Электроталь	1	1 кВт/час	1 час	1 кВт		18,5
Подъемная Машина	1	15 кВт/час	1,9 час	28,6 кВт		529
Всего	79435 тенге					

Амортизационные расходы:

$$C_{\text{аморт}} = n_{\text{обор}} \times T_{\text{аморт}}, \text{ тенге} \quad (3.5)$$

где $P_{обор}$ - количество оборудования, шт.;

$T_{аморт}$ - срок амортизации, %

Таблица 3.4 - Амортизационные расходы

Тип оборудования	Количество оборудования	Цена оборудования, тенге	Срок амортизации, %	Амортизационные расходы, тенге, в год
Комплекс проходческий	1	16 695 000	25	4 173 450
Платформа для Тюбинга	1	116 800	25	29200
Электроталь	1	415 700	40	166 280
Вентилятор	1	454 100	10	45410
Эстакада с тельферным Подъемом	1	170 290	100	170 290
Конвейер	1	1 803 000	20	360 600
Нагнетательный насос для раствора первого порядка	2	1 068 500	40	427 400
Насос впрыска контрольного Раствора	1	1 068 500	40	427 400
Дробилка	3	16 700	98	14600
Монтажный насос	2	1 101 900	40	440 760
Транспортировка, монтаж оборудования (25%)	1 563 850			
Всего	7 819 240			
Объем отработки за 1 год, м	3564			
Амортизационные расходы на 1м, тенге	2200 тенге			

4 Меры охраны труда при работах в подземном строительстве Алматинского метрополитена

При подрыве воды люди, находящиеся в выработках на водном пути, должны быть немедленно эвакуированы на поверхность через ближайшие выходы. Рабочие и ИТР, занятые в выработках, где возможно возникновение аварий, должны быть заранее проинструктированы. В качестве сигнала оповещения об опасности используется включение и выключение рабочего освещения. Рабочий, эвакуированный на поверхность при аварии, должен сообщить своему начальнику и следовать инструкциям по аварийно-спасательным операциям (АСО). Для ликвидации аварии и откачки воды при водозаборе 3200 м³/ч используется насос Д320-50 (6НДв-60).

Места размещения электроустановок должны иметь схемы электроснабжения, соответствующие плану горных работ с указанием электрических путей и силовых линий для установок до 1000 В и выше. Линии электропередачи должны быть защищены от нагрузок и перенапряжений. Безопасность людей обеспечивается заземлением зданий и оборудования. Заземление передвижных и стационарных установок проводится до и после напряжения на 100 Вт [6].

Для снижения шума в технологических процессах необходимо:

- преобразовывать шумовые процессы в бесшумные;
- поддерживать машины в исправном состоянии с использованием масла;
- заменять металлические части машин на бесшумные;
- использовать аэродинамические глушители

Меры по борьбе с пылью включают:

- предотвращение образования пыли;
- очистку от пыли;
- вентиляцию для удаления пыли из воздуха;
- использование водяного бурения и увлажнение дорожных покрытий в рудотранспортных выработках;
- качественную вентиляцию

Для предотвращения выброса газов из выработок и устранения эффекта закисления:

- заменять двигатели машин на электрические;
- увлажнять разрозненные работы;
- удерживать пыль и газ в земле

При необходимости передвижения людей и транспортных средств в зоне бетонных работ (опалубочных, арматурных) должны быть оборудованы свободные проходы и проезды, соответствующие установленным габаритам. Работы над проходами и проездами должны быть перекрыты сплошным настилом. Перед зоной работ должен быть вывешен освещенный транспарант: «Внимание! Опасная зона! Ведутся работы!». Для перемещения опалубок

используются лебедки, обеспечивающие плавность перемещения и равномерное натяжение канатов. Перемещение передвижных опалубок допускается на жесткой сцепке с самоходными механизмами, при этом все виды передвижных опалубок должны иметь противоугонные захваты или стопоры. Находиться в опасной зоне при перемещении опалубок запрещено [7].

Работы по инъектированию раствора в скважины должны проводиться с соблюдением норм и правил противопожарной охраны и техники безопасности, предусмотренных действующими СНиПами по технике безопасности в строительстве, а также положений о безопасности эксплуатации паровых, компрессорных, гидравлических и электрических установок на действующих предприятиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель дипломного проекта заключается в разработке проекта строительства станции метро глубокого заложения в условиях города Алматы. Проектирование предусматривает использование механизированного щитового комплекса КТ-5,6 для прокладки тоннелей между станциями "Момышулы" и "Калкаман". В проекте учитываются современные данные по геологическим, гидрогеологическим и климатическим условиям г. Алматы, а также классификация щитовых комплексов и факторы, влияющие на их выбор.

Проектирование станции метро глубокого заложения требует учета местных условий. В Алматы присутствуют сыпучие и неустойчивые породы, крепкие породы с коэффициентом $f=0,5$ до $f=5$ и породы с крепостью $f>5$. Также встречаются обводненные породы, что требует использования специального подхода, включающего применение сжатого воздуха и создание кессонной зоны для обеспечения безопасности работ. Климатические данные, такие как сезонные колебания температуры, влажность и осадки, также влияют на процесс строительства.

В третьем разделе дипломного проекта были рассчитаны условия организации работ при проходке тоннельной выработки и экономические показатели прохождения 1 метра тоннельной выработки. Затраты на 1 метр проходки включают заработную плату работников, стоимость необходимых материалов, энергозатраты и амортизационные отчисления. Общие затраты на 1 метр проходки выработки составили 2 314 323 тенге.

Последний раздел дипломного проекта посвящен мероприятиям по охране труда при строительстве метро. При подрыве воды необходимо немедленно эвакуировать рабочих и оповестить их через включение и выключение рабочего освещения. Электробезопасность обеспечивается заземлением оборудования и защитой линий электропередачи. Противошумные меры включают преобразование шумовых процессов, поддержание машин в исправном состоянии и использование глушителей. Меры борьбы с пылью включают водяное бурение, увлажнение дорожных покрытий, качественную вентиляцию и удержание пыли в земле. При бетонных работах обеспечивается безопасный проход и проезд, используются лебедки и опалубки с противоугонными захватами. При инъектировании раствора в скважины соблюдаются нормы противопожарной охраны и техники безопасности.

Проект строительства станции метро глубокого заложения в г. Алматы требует тщательного учета геологических, гидрогеологических и климатических условий. Использование механизированного щитового комплекса КТ-5,6 обеспечивает эффективную прокладку тоннелей между станциями "Момышулы" и "Калкаман". Важным аспектом проекта является организация работ и соблюдение мер по охране труда, что обеспечивает безопасность и эффективность строительства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Бегалинов А.Б. Шахта және жерасты ғимараттары құрылысының технологиясы. II том. Жазық және көлбеужерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2011.- 432 б.
- 2 Жәркенов М.І. «Метрополитен нысандары құрылысының технологиясы». Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2012ж.- 231б.
- 3 Картозия Б.А., Федунец Б.И., Шуплик М.Н., и др. Шахтное и подземное строительство. Учебник для вузов. -3-е издание в 2 томах. – Москва: Издательство МГГУ, 2013. –Том 2. -815 с.
- 4 Лиманов Ю.А. Метрополитены. Издание второе, исправленное и дополненное. Издательство «Транспорт», 2014г.-359с.
- 5 Жәркенов М.І. «Жерасты ғимараттарының механикасы және бекітпелердің құрылымдары» Оқулық, Алматы, ҚазҰТУ, 2011ж.- 211б.
- 6 Картозия Б.А., Борисов В.Н. Инженерные задачи механики подземных сооружений. Издание второе, исправленное и дополненное. Издательство МГГУ, 2014. - 246с.
- 7 Насонов И.Д., Федюкин В.А., Шуплик М.Н «Технология строительства подземных сооружений»- М: Недра, 2011. -368с.