СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....6
В В Е Д Е Н И Е.....9
Раздел 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....10
1.1. Общие сведения.....10
1.2. Климатические условия.....10
1.3. Геологические условия……...12
1.4. Гидрогеологические условия……..15
1.5.Инженерно-геологические условия……16
1.6. Выводы……..19
Раздел 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ.....20
2.1. Общая компоновка сооружения.....20
2.2. Конструкция станции.....20
2.3. Определение основных параметров станции.....21
2.4. Обоснование способа строительства станции.....24
2.5. Организация работ.....25
2.6. Строительно-монтажные работы.....26
Раздел 3. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА.....27
3.1. Общие вопросы организации строительства.....27
3.2. Подготовительный период строительства.....28
3.3 Строительная площадка.....29
3.4. Электроснабжение и освещение строительной площадки.....32
3.5. Снабжение строительства теплом для обогрева зданий.....34
3.6. Водоснабжение строительства.....35
Раздел 4.ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ.....37
4.1. Архитектурно-строительные решения.....37
4.2. Выбор землеройной машины и механизмов.....39
4.3. Выбор и определение количества транспортных средств.....41

4.4. Монтажные работы. Выбор монтажного крана.....43
Раздел 5.СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА. ВЫБОР СПОСОБА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИЕЛЬСТВА ПЕРЕГОННОГО ТОННЕЛЯ.....48
5.1. Введение.....48
5.2. Выбор и обоснование возможных вариантов разработки темы спецчасти.....49
5.3. Проходка тоннеля комплексом КМ42-М1 Ø 5,684 м с экскаваторным рабочим органом…….50
5.4. Искусственное водопонижение грунтов……....57
5.5 Проходка тоннеля ТПМК Ø 6,28 м с грунтопригрузом фирмы «Herrenknecht AG»……..…..…….67
5.6. Расчет конструкции обделки. ……....78
5.7. Выводы по специальной части……..……90
Раздел 6.УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА.....90
6.1.Контроль качества строительства.....90
6.2. Стандарт предприятия.....93
6.3. Карта технологии пооперационного контроля качества работ на «Монтаж сборных железобетонных стеновых блоков……106
Раздел 7. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.…108
7.1. Промсанитария.....108
7.2. Мероприятия по ликвидации аварий и противопожарная защита строящегося объекта.....110
7.3. Техника безопасности.....112
7.4. Электробезопасность.....118
7.5. Вентиляция.....119
7.6. Экологическая безопасность.....121
Раздел 8. ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ.....124
8.1. Экономическое обоснование строительства.....124
8.2. Календарный график строительства.....124

8.3. Технико-экономические показатели строительства.....143
З А К Л Ю Ч Е Н И Е.....144
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....145

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

В данном разделе дипломного проекта проводится анализ современных источников литературы, научных статей, материалов конференций и выставок, связанных с темой дипломного проекта. Для поиска интересующей информации были использованы материалы интернет-сайтов «SCOPUS» и «SCIENCE DIRECT».

Основываясь на опыте ведения щитовой проходки и установки подземных крепей в сложных геомеханических условиях учеными Бертончини С.А. и Хиндерсом М.К. из Лаборатории подземных сооружений Института Виллиама и Марии, Виллиамсбурга, США были проведены опытные испытания, которые они изложили в работе «Идентификация падения показателей устойчивости кровли выработок и характеристик физико-механических свойств окружающего породного массива» и представили на слушаниях конференции сотрудников горной промышленности в 2013 г. в США.

Информация о современных тоннелепроходческих комплексах отечественного производства найдена в журнале «Горное оборудование и электромеханика», номер: 4 год: 2012 страницы: 23-26, где авторами Антиповым В.В., Антиповым Ю.В. описан современный тоннелепрохоческий комплекс с экскаваторным рабочим органом собственной разработки КТПМ-5,6/6,0 для строительства перегонных тоннелей метрополитена.

При проходке тоннелей механизированными щитами разработку и погрузку грунта в забое, а также монтаж сборной крепи (обделки) тоннеля следует производить применяя средства комплексной механизации.

Тип и состав оборудования механизированного щитового комплекса, включая оборудование подземного транспорта, для строительства перегонных тоннелей устанавливается проектом. Каждый механизированный проходческий щит заводом-изготовителем должен быть снабжен паспортом и инструкцией по его эксплуатации.

В научной статье журнала «Мир транспорта», номер: 1, год: 2013, страницы: 46-49 опубликована статья «Impact of the Tunnels of Esfahan on Sio Se Pol Bridge» - «Влияние метротоннелей Исфахана на мост Сио-Се-Пол». В своей работе иранские ученые Рахманнеджад Реза и Сагайяннеджад Хамед из университета Бахонар Керман и Политехнического университета Исфахана (Иран) провели анализ и расчет оптимального расстояния перегонных тоннелей метрополитена (скоростной транзитной линии) от исторического моста Сио-Се-Пол в Исфахане - древней столице Ирана.

Анализ конструкции обделки производится с применением компьютерных моделей (анализ методом конечных элементов), которые позволяют моделировать взаимодействие обделки с грунтом, а также работу стыков и связей.

За конструктивным анализом следует структурный анализ для определения необходимых характеристик бетона и армирования, что завершается выпуском чертежей и спецификации.

Современные технологические методы строительства перегонных тоннелей метро раскрыты в диссертации Торреса Прада Адольфо Камило «Substantiation of design and technology solutions in the construction of subway tunnels in Bogota (Colombia)» - «Обоснование конструктивно-технологических решений при сооружении тоннелей метрополитена в городе Богота (Колумбия)», 2012 год. Результаты показали, что обделка тоннеля и соответствующая тоннелепроходческая машина полностью взаимозависимы, и ни та, ни другая не могут быть правильно рассчитаны без учета геометрии, технических и рабочих характеристик каждой из этих двух взаимозависимых систем.

Потенциал развития, комплексное планирование подземного пространства и метрополитена в частности, а также исследование и анализ современных конструктивных решений в строительстве станций метро подробно описаны в журнале «Tunnelling and Underground Space Technology», май 2013 г.

В журнале представлены научные статьи Philippe Thalmann (Филиппа Тальмана) из Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (EPFL) – Щвейцарского Государственного технического Университета в Лозанне, а также инженеров Huan-Qing Li Xiao-Zhao и Li из Institute for underground Space and Geoenvironment (IUSG), Nanjing City, PR China – Институт Подземного Пространства и Геосреды, город Нанкин, КНР.

В журнале «Метро и тоннели», № 5 2012 г., Г.В.Линкишкиным, М.Ю. Губиным и Д.А. Бойцовым представлена статья «Метрополитены Испании. Особенности и технические преимущества». В этой статье подробно освещены метрополитены Мадрида и Барселоны, их архитектурные и объемно-пространственные решения, планировочные особенности линий. Характерной особенностью испанской технологии является применение двухпутных тоннелей Ø 11,6 м с устройством станций в два уровня и перегонами в один уровень с двумя путями.

Испанская технология уже, возможно, будет применена и в Москве – на строительстве станций и перегонных тоннелей Юго-Западного участка ТПК.

Также в журнале «Метро и тоннели», февраль 2013 г. опубликована статья «Оптимизация инженерных решений», посвященная современным и перспективным тоннелепроходческим комплексам, которые применяются или будут в скором времени применены при строительстве метрополитенов Москвы, Санкт-Петербурга и Казани.

Впервые в истории московского метростроения при проходке тоннелей будет применен щит компании Robbins Ø 6,6 м, внешний Ø обделки = 6,3 м. Он работает при помощи электропривода, что надежнее и современнее.

Проектируемые участки Третьего пересадочного контура и Калининско-Солнцевской линии московского метрополитена отличаются особой сложностью, поэтому щиты Herrenknecht, Lovat, Robbins – техника высочайшего класса, сейчас особенно востребованы.

ВВЕДЕНИЕ

Созданные отечественными инженерами станции метрополитена, отличаясь смелостью и оригинальностью конструктивных и планировочных решений, разнообразием архитектурных форм и удобством эксплуатации, являются образцом инженерного искусства.

Как наиболее сложная и ответственная часть комплекса подземных сооружений метрополитена, станции требуют для своего создания значительных материальных и трудовых затрат, а стоимость их сооружения составляет от 20 до 35% стоимости всей линии. Это обстоятельство диктует необходимость при проектировании станций рационально использовать материальные, трудовые и финансовые ресурсы.

Обширная география городов, где эксплуатируется, строится и будет строиться метрополитен, разнообразие климатических и инженерно-геологических условий, градостроительные и рельефные особенности, неравномерность пассажироперевозок на линиях, определили многообразие конструктивных и планировочных решений станций.

Подземные линии являются основным видом линий метрополитенов и имеют преимущественное распространение. В большинстве городов мира сеть метрополитенов состоит только из подземных линий (от 5 до 60 м и более от поверхности земли).

Раздел 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ Раздел 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Общие сведения

Данным проектом предусматривается строительство станции «Окская улица» Кожуховской линии метрополитена г. Москвы. Специальная часть проекта: выбор способа и технологии строительства перегонного тоннеля.

Проектируемая Кожуховская линия Московского метрополитена обеспечит соединение исторической части города с районами: Кузьминки, Жулебино, Люберецкие поля, Рязанским и Косино – Ухтомским районами. Проектируемый участок расположен на территории юго-восточного административного округа (ЮВАО) города Москвы, в границах муниципальных образований «Рязанский» и «Нижегородский». Ситуационный план представлен на рис. №1.

Станция мелкого заложения размещается непосредственно вдоль Рязанского проспекта на пересечении с Окской улицей. Трасса проходит под промзоной №56 «Грайвороново», пересекает МЖД Курского направления, вновь Рязанский проспект и между ним и Горьковским направлением ж.д., под линией Московской окружной ж.д планируется строительство ст. «Нижегородская улица». Поверхность участка характеризуется абсолютными высотами 139,97 – 148,66 м.

Энергоснабжение идет с ближайшей энергостанции, водоснабжение - от городской водопроводной сети. Все строительные материалы доставляются автотранспортом.

1.2. Климатические условия

Климат района умеренно-континентальный. Годовая амплитуда температуры воздуха 28 С. Безморозный период продолжается от 98 до 182 суток. Устойчивые морозы устанавливаются с 24 ноября и продолжаются до 10 марта. Среднегодовая многолетняя температура воздуха +4,75 С.

СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН М 1:2000

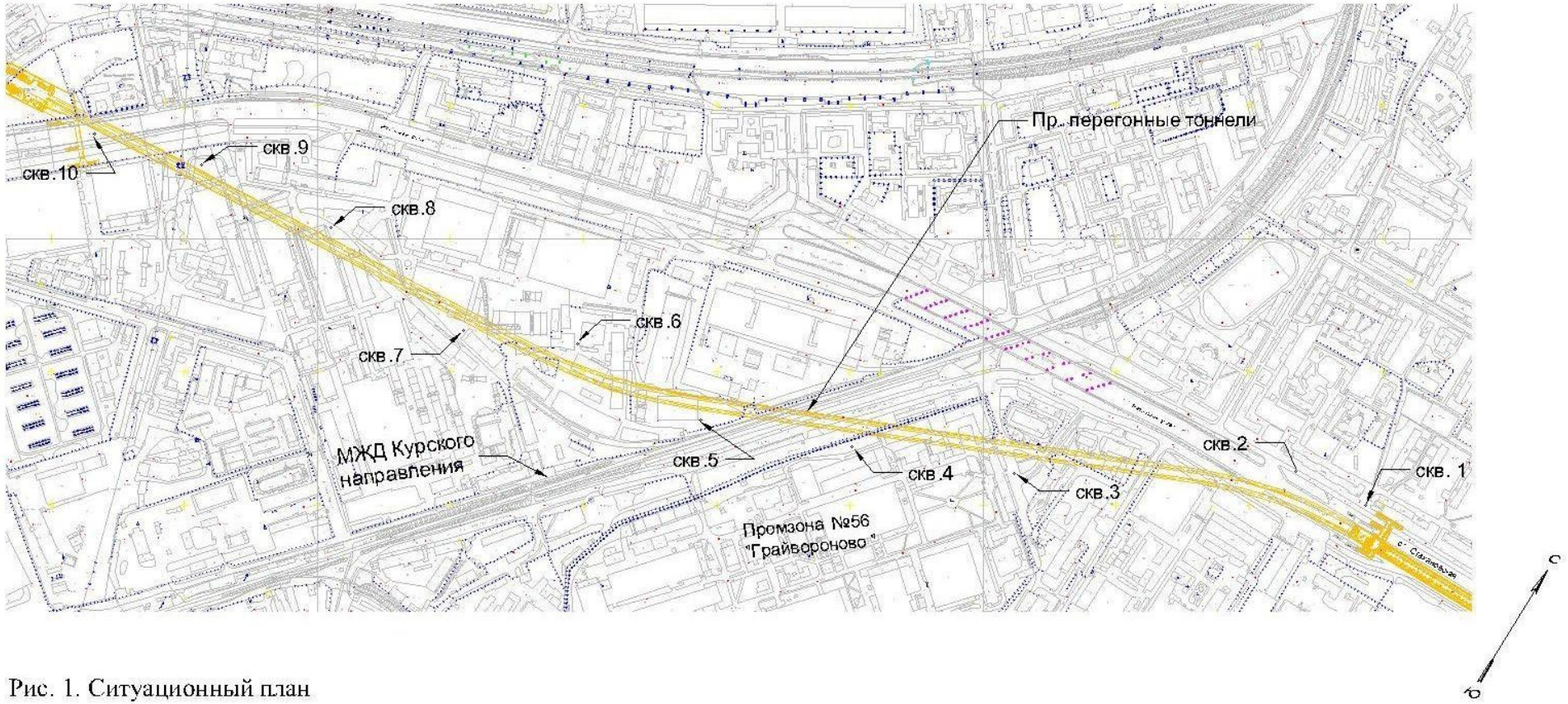


Рис. 1. Ситуационный план

Абсолютный минимум температуры -40 °С (февраль), максимум - в августе +37 С. Устойчивый снежный покров устанавливается около 26 ноября и окончательно сходит 11 апреля. Его высота к концу зимы достигает 35 см. Глубина промерзания почв от 0,5 до 1,5 м. Среднегодовое количество осадков 582 мм. Максимальное количество осадков - в июле 79 мм, минимальное - в феврале 30 мм. Наибольшее суточное количество осадков - 61 мм - наблюдалось в 1953 году. Ветры возможны всех направлений, в теплое время года преобладают северо-западные, в холодное - юго-западные ветры. В среднем в год бывает до 16 суток с ветром более 15 м/с, один раз в 10-15 лет - ураганные ветры. Среднесуточная влажность воздуха изменяется от 64% в мае до 86% в декабре, среднегодовая влажность 76%.

1.3 Геологические условия.

В геоморфологическом отношении изучаемая территория располагается преимущественно в пределах 2-й (Мневниковской) и 3-ей (Ходынской) надпойменных террас р. Москвы. В геологическом строении участка по материалам изысканий, с учетом использования архивных материалов, принимают участие отложения четвертичного, юрского и каменноугольного возраста. Инженерно-геологический разрез представлен на рис. №2.

Разрез площадки сверху вниз имеет следующий вид:

Четвертичные отложения

Четвертичные отложения представлены насыпными грунтами, аллювиальными, моренными, флювиогляциальными и озерно-ледниковыми грунтами.

Насыпные грунты ($^{k}Q_{IV}$)

Насыпные грунты залегают с поверхности. Представлены они супесчано-песчаными разностями с включением от 10 до 30% строительного мусора в

виде щебня кирпича, обломков бетона, остатков древесины, корней растений, влажные и водонасыщенные, средней уплотненности, мощностью 0,3-2,7 м.

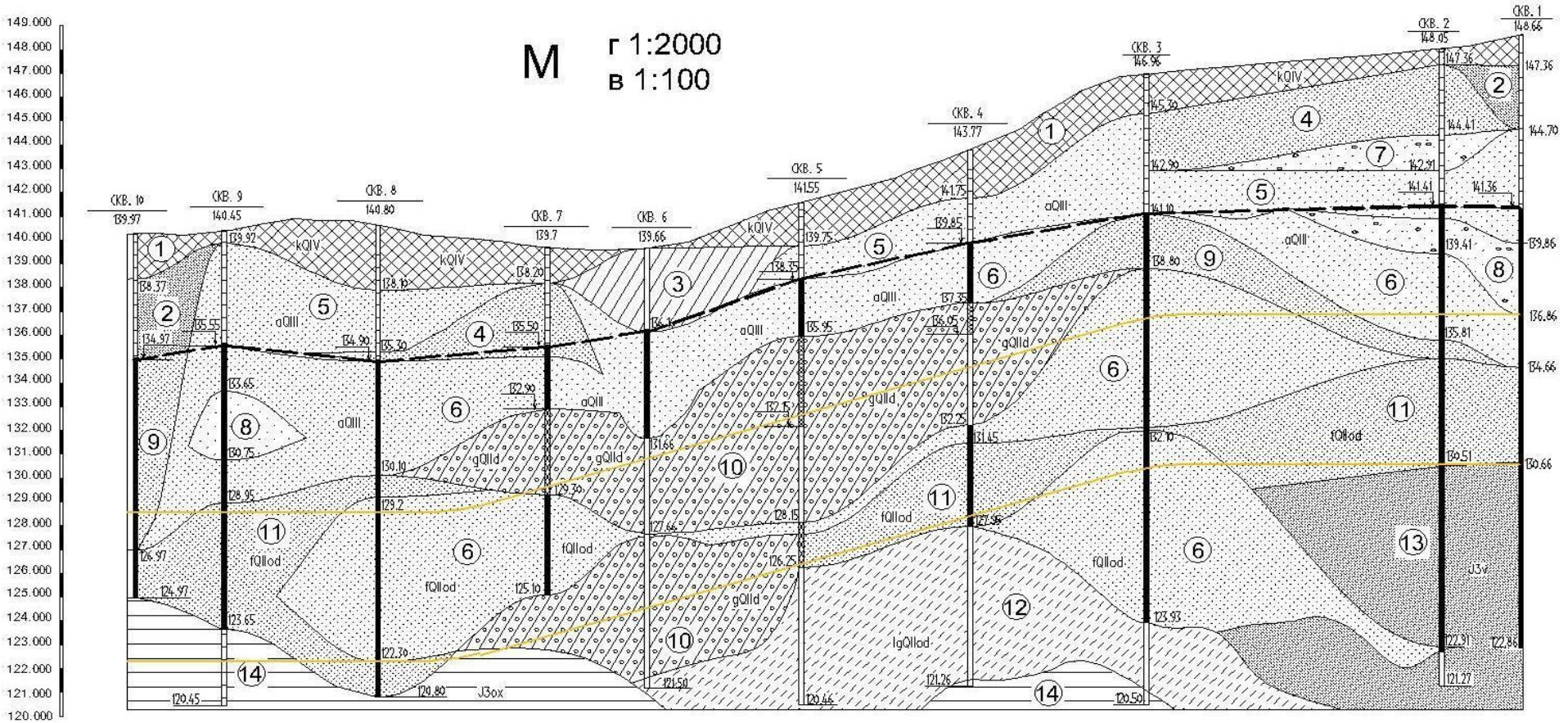


Рис. 2.Инженерно-геологический разрез

Аллювиальные отложения ($^{a}Q_{III-IV}$)

Аллювиальные отложения залегают под слоем насыпных грунтов. В составе аллювиальных отложений выделяются современные аллювиальные и древнеаллювиальные отложения.

Современные аллювиальные отложения имеют ограниченное распространение, представлены они песками пылеватыми, пластичными (мощностью 0,5 -4 м), а также суглинками слабовлажными, тугопластичными мощностью до 3,5 м.

Древнеаллювиальные отложения распространены почти повсеместно. Представлены они песками, мелкими, средней крупности, местами крупными, единично - гравелистыми, нередко с гравием и щебнем, влажными и водонасыщенными, средней плотности, (редко-пески средней крупности, рыхлые) общей мощностью 1,3-8,2 м.

Моренные отложения днепровской фазы оледенения ($^{g}Q_{II}^{d}$)

Моренные отложения распространены на большей части территории. Залегают они под аллювиальными песками. Мощность отложений составляет 1,4 - 7,79 м. Представлена морена суглинками со щебнем и гравием, мягкопластичными, тугопластичными и полутвердыми, единично текучими и твердыми.

Флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения окско-днепровского межледниковья ($^{f,lg}Q_{II}^{od}$)

Флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения залегают повсеместно под аллювиальными песками и моренными суглинками в виде мощной толщи песков различной крупности, водонасыщенных, реже - влажных, средней плотности и плотных, супесей песчанистых, твердых, реже

пластичных, с прослоями водонасыщенного песка и глин мягкопластичных, тугопластичных, полутвердых, местами с единичными вкраплениями корней растений. Общая мощность отложений на участке составляет от 2,0 до 8,0 м.

Юрские отложения

Юрские отложения вскрыты на абс. отметках 130,66-120,80 м и сложены породами волжского, и оксфордского ярусов верхнеюрского возраста.

Волжские отложения (J_3v)

Отложения волжского яруса по данным бурения и архивным материалам залегают под флювиогляциальными отложениями и представлены песками пылеватыми водонасыщенными, плотными суглинками и глинами песчанистыми, тугопластичными, полутвердыми, с включением конкреций фосфоритов, обломков фауны. Максимальная вскрытая мощность отложений волжского яруса составляет 10,3 м.

Оксфордские отложения (J_3ox)

Отложения оксфордского яруса залегают под флювиогляциальными отложениями и представлены глинами пылеватыми твердыми и полутвердыми, с включением обломков фауны. Вскрытая мощность отложений оксфордского яруса составляет 1,2-4,7 м.

1.4. Гидрогеологические условия участка строительства

В гидрогеологическом отношении на протяжении всего участка изысканий распространены подземные воды надъюрского водоносного горизонта. Заключены они в насыпных грунтах, аллювиальных, флювиогляциальных, юрских песках, в песчаных прослоях среди моренных и озерно-ледниковых суглинков и супесей.

Водоносный горизонт имеет напорно-безнапорный характер. Водоупором ему служат юрские глины оксфордского яруса.

Подземные воды на период изысканий вскрыты на глубине 3,2 – 7,3 м на абс. отметках 134,90 – 141,41 м.

В период обильных дождей и интенсивного снеготаяния уровень подземных вод может располагаться на 1,0 - 1,5 м выше уровня, установленного бурением.

Питание водоносный горизонт получает за счет инфильтрации атмосферных осадков и утечек из водонесущих коммуникаций, разгрузка осуществляется в местную гидрографическую сеть (р. Нищенка и Пономарка) и Москва-реку. Поток подземных вод имеет направление на юго-запад - в сторону р. Москвы.

По содержанию агрессивной углекислоты они являются преимущественно, слабоагрессивной средой к бетону марки W4 по водонепроницаемости. На отдельных участках трассы подземные воды неагрессивны к бетонам.

1.5 Инженерно-геологические условия

На основании результатов лабораторных определений свойств грунтов и полевых испытаний статическим зондированием все встреченные на разведанную глубину грунты разделены на 14 инженерно-геологических элементов (ИГЭ).

Насыпные грунты (ИГЭ 1) в силу неоднородности состава, наличия значительного количества строительного мусора (до 30%) не были испытаны лабораторными методами, результаты статического зондирования для них не регламентируются. Насыпные грунты ИГЭ 1 следует отнести к слежавшимся, средней уплотненности [1], условное расчетное сопротивление их может быть принято равным $R_0 = 100$ кПа (1,0 кгс/см2).

В лабораторных исследованиях по образцам ненарушенного сложения были определены прочностные характеристики грунтов четвертичного возраста, для пылеватых песков (ИГЭ 2) $f = 0{,}4$, $\varphi = 27° - 29°$, а удельное

сцепление $C = 0 - 3$ кПа; для суглников (ИГЭ 3) коэффициент крепости был получен $f = 0{,}6 - 0{,}7$, угол внутреннего трения $\varphi = 14° - 16°$; результаты испытаний для песков мелких средней плотности (ИГЭ 4) равны $f = 0{,}5$; $\varphi = 30° - 32°$ и $C = 1 - 2$ кПа; для средних и крупных песков (ИГЭ 5-8) $f = 0{,}5 - 0{,}6$, $\varphi = 26° - 32°$; у песчаных пластичных супесей (ИГЭ 12) были получены значения $f = 0{,}8$ и $\varphi = 25°$ $C = 18$.

Дефор мационные характеристики определялись по стандартной методике на компрессионных приборах КППА 60/25 при естественной влажности, результаты испытаний для суглинков моренных тугопластичных (ИГЭ 10): модуль деформации $E = 18 - 20$ МПа, коэффициент Пуассона $\mu = 0{,}35$; для всех песков четвертичного возраста были получены значения $E = 17 - 28$ МПа и $\mu = 0{,}30 - 0{,}32$; для юрских пылеватых песков (ИГЭ 13) $E = 23$ МПа, а $\mu = 0{,}30$.

Статическое зондирование проводилось с целью получения прочностных и деформационных характеристик грунтов в условиях естественного залегания. В соответствии с полученными данными для пылеватых пластичных песков плотность $\gamma = 1{,}92 - 1{,}96$ т/м^3, плотность минеральных частиц $\Delta = 2{,}70$ т/м^3 при естественной влажности $W = 14$ %; у песков мелких, средних и крупных значение плотности минеральных частиц равнялось $\Delta = 2{,}65 - 2{,}66$ т/м^3; у песков средней крупности, водонасыщенных $W = 17{,}5$ % , $\gamma = 1{,}93$ т/м^3; для крупных песков $W = 9 - 10$ %; результаты испытаний для супесей песчанистых, пластичных равны $W = 23$ % , $\gamma = 2{,}01$ т/м^3 , $\Delta = 2{,}70$ т/м^3; полученные значения для оксфордских пылеватых глин (ИГЭ 14) $\gamma = 1{,}88 - 1{,}91$ т/м^3, $\Delta = 2{,}72 - 2{,}74$ т/м^3.

В соответствии со «Схематической картой инженерно-геологического районирования г. Москвы по степени опасности проявления карстово-суффозионных процессов», участок проектирования вдоль Рязанского проспекта от шоссе Фрезер до МКАД располагается на неопасной территории в карстово-суффозионном отношении. Сводная инженерно-геологическая колонка представлена в таблице №1. Геологическая часть представлена на демонстрационном листе №1.

Таблица 1. Сводная инженерно-геологическая колонка

Стратиграфические элементы							№ ИГЭ	Водно-физические свойства					Характеристики прочности			Характеристики деформируемости		Фильтрационные характеристики
								Естественная влажность W, %	Кофф. водонасыщения G, д.е.	Характеристики плотности, т/м3		Пористость: коэфф. Пористости пористый безразмерный	Коэфф. крепости f, безразм.	Удельное сцепление C, кПа	Угол внутреннего трения φ, град.	Модуль деформации E, МПА	Коэфф. Пуассона, безразмерный	Коэфф. Фильтрации, м/сут
Группа	Система	Отдел	Индекс	Колонка	Мощность, м	Наименование породы				Плотность, γ т/м3	Плотность минеральных частиц Δ, т/м3							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Кайнозойская (KZ)	Четвертичная Q	Современный	kQIV		2,73	Насыпной грунт неоднородного состава	1	-	-	1,68	-	Ro=100 кПа						
			aQIV		4,00	Песок пылеватый, пластичный средней плотности	2	13,79	0,42	1,95	2,70	0,70	0,4	2	28	19	0,30	0,87
					3,50	Суглинок слабовлажный, тугопластичный	3	14,00	0,32	1,91	2,72	0,79	0,6	-	16	13	0,35	-
		Верхний	aQIII		3,10	Песок мелкий средней плотности	4	7,10	0,33	1,92	2,66	0,70	0,5	1	31	23	0,30	3,7
					4,25	Песок средней крупности и плотности	5	9,51	0,40	1,93	2,66	0,67	0,5	-	31	24	0,30	3,21
					8,20	Песок средней крупности, водонасыщенный	6	17,33	0,80	1,93	2,66	0,69	0,5	-	31	24	0,30	4,1
					1,50	Песок крупный средней плотности	7	9,00	0,30	1,97	2,66	0,62	0,6	1	32	28	0,31	2,4
					3,00	Песок крупный рыхлый	8	10,00	0,45	1,88	2,65	0,74	0,5	-	26	17	0,31	3,00
					8,00	Песок мелкий средней плотности	9	7,10	0,30	1,94	2,66	0,65	0,5	1	32	26	0,30	2,34
		Средний	gQIId		7,79	Суглинок моренный тугопластичный	10	15,00	0,26	2,00	2,71	0,61	0,7	-	18	19	0,35	-
			fQIIod		5,30	Песок мелкий, глинистый	11	7,10	0,35	1,98	2,70	0,71	0,6	2	29	20	0,32	1,00
			lgQIIod		6,44	Супесь песчанистая пластичная	12	23,00	0,63	2,01	2,70	0,60	0,8	-	25	18	0,32	0,01
Мезозойская (MZ)	Юрская J	Верхний	J3v		-	Песок пылеватый плотный, водонасыщенный	13	18,49	0,80	1,99	2,70	0,62	0,6	3	30	23	0,30	0,65
			J3ox		-	Глина пылеватая полутвердая	14	18,40	-	1,90	2,73	0,78	0,9	-	24	22	0,36	-

1.6. Выводы

1. Геологические условия строительства характеризуются наличием различных по литологии слоев и относятся к средней сложности. При применении механизированного проходческого щита по трассе строительства тоннеля, следует применить в рабочем органе режущий инструмент, способный перерабатывать включения гальки и валунов.

2. Гидрогеологические условия участка в пределах разведанной скважинами глубины относятся к средней сложности. Так как грунты являются водонасыщенными, а основной надъюрский водоносный горизонт располагается выше уровня разработки при сооружении котлована потребуется применение специальных способов строительства (шпунтовое ограждение или метод «стена в грунте») и систем водопонижения.

3. Инженерно-геологические условия участка строительства в соответствии с приложением Б СП 11-105-97 относятся ко II (средней сложности) категории сложности. В отношении проявления карстово-суффозионных процессов на земной поверхности исследованный участок является неопасным.

4. Учитывая все вышеуказанные условия при проходке перегонных тоннелей целесообразно принимать механизированный щит с грунтопригрузом, применяемый в ситуациях, когда нельзя допустить малейшей просадки вышележащих слоев грунта, а специальные методы проходки тоннелей в неустойчивых водонасыщенных грунтах (замораживание, водопонижение) не оправдывают себя или с гидропригрузом, который в отношении отсутствия просадок вышележащих слоев грунта ещё более совершенен, чем щит с грунтопригрузом.

РЕШЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

2.1. Общая компоновка сооружения

В данном дипломном проекте рассматривается станция метрополитена мелкого заложения, что обеспечивает наибольшее удобство пассажирам и лучшие эксплуатационные и экономические показатели, такие станции наиболее распространены в отечественном метростроении.

Определяющим фактором при выборе расположения станционного комплекса на плане городской застройки является размещение входов (выходов) на станции. Их оформляют вестибюлями, которые следует проектировать подземными и, как исключение, наземными, встроенными в здания или отдельно стоящими.

На станциях метрополитена предусматривают устройства для вентиляции освещения и дренажа, а также помещения для обслуживающего персонала. По концам платформ устраивают металлические лестицы для входа в перегонные тоннели.

2.2. Конструкция станции

Конструктивные решения станций очень разнообразны. В дипломном проекте принимается колонная трехпролетная станция с двумя подземными вестибюлями, связанными с платформой эскалаторами и лифтами для маломобильных пассажиров. Такая конструктивная форма станции является наиболее универсальной, она удобна в эксплуатации и предоставляет хорошие возможности для архитектурного оформления. Большинство мелко заложенных станций Московского метрополитена – трехпролетные [2].

Шаг колонн рационально принимать стандартным, равным 6 м. Введение стандартного шага колонн имеет существенное значение, так как дает возможность применять типовые каркасы арматуры и типовые элементы металлической опалубки.

Вестибюли располагают в большинстве случаев в торцах станции и реже в середине. Необходимые служебные помещения размещают частично

над путями (на уровне пола вестибюля) по обе стороны от лестницы и частично под лестницей и полом вестибюля. Конструкция станции «Окская улица» представлена на демонстрационном листе №2.

2.3 Определение основных параметров станции

Станции на линиях метрополитенов предназначены для обслуживания пассажиров и осуществления функций, связанных с движением поездов. Обслуживание пассажиров заключается в обеспечении входа на станцию, посадки, высадки, пересадки и выхода со станции.

Основными размерами станций метрополитена являются: длина станции, ширина посадочных платформ, длина и ширина среднего зала станции, высота станции в свету, ширина и высота проходов или пролетов.

Определение длины посадочной платформы.

Платформы станций имеют два варианта расположения. Для метрополитенов нашей страны принят основным тип станции с островными платформами[3]. Длину станции принимаем равной длине посадочных пассажирских платформ. Она зависит от числа вагонов в составе, проходящего через станцию поезда.

$$L = l * n + a$$, где

$l = 19{,}2$ м – длина вагона между центрами сцепных приборов;

$a = 9$ м – запас на неточность остановки поезда для подземных и закрытых наземных станций;

$n = 8$ – необходимое количество вагонов в составе поезда

$$L = 19{,}2 * 8 + 9 = 163 \text{ м}$$

Определение ширины посадочных пассажирских платформ

Для определения ширины посадочных пассажирских платформ можно пользоваться формулой, определяющей площадь платформы:

$$\omega = n_{пл} * \eta, \text{ где}$$

$n_{пл}$ – число пассажиров, одновременно находящихся на платформе в часы «пик»

$$n_{пл} = 170 * n_{в} * (p_{п} + p_{в}) * \frac{1}{100}, \text{где}$$

170 – расчетная величина заполнения вагонов;

$p_{п} + p_{в}$ – высадка и посадка пассажиров на данной станции, в % от общего числа пассажиров в поезде.

Опыт эксплуатации станций метрополитенов в Москве и Санкт-Петербурге показывает, что обычно суммарные проценты высадки и посадки пассажиров составляют 20– 50 % от общего числа пассажиров поезда[2].

$$n_{пл} = 170 * 8 * 20 * \frac{1}{100} = 272 \text{ чел},$$

$\eta = 0{,}75 \text{ м}^2/\text{чел}$ – нормальная плотность заполнения платформы

Используя полученные данные, определяем площадь платформы:

$$\omega = 272 * 0{,}75 = 204 \text{ м}^2$$

Таким образом, необходимая ширина посадочной пассажирской платформы:

$$b = \frac{\omega}{l_{p}} + 0{,}5, \text{где}$$

l_{p} – расчетная длина посадочной платформы, равная длине поезда между крайними дверьми, включая их ширину:

$l_{p} = l_{п} - 4 = 153{,}6 - 4 = 149{,}6 \text{ м}$

0,5 – ширина полосы, ограниченная предохранительной линией

$$b = \frac{204}{149,6} + 0,5 = 1,86 \text{ м}$$

Величина b представляет собой ширину одной посадочной платформы.

Определение полной ширины островной платформы станции

Для колонных станций, где два или три тоннеля объединяются в один станционный объем, полная ширина островной платформы может быть определена по формуле:

$B = 2 * b + b_0$, где

$b_0 = 2 \div 3$ м – дополнительная ширина платформы, учитывающая продольное движение пассажиров по платформе в зависимости от числа эскалаторов;

Для колонных станций полная ширина платформы должна быть увеличена на 2 м при расположении на платформе двух рядов колонн:

$$B = 2 * b + b_0 + 2 = 2 * 1,86 + 3 + 2 = 8,72 \text{ м}$$

Независимо от расчета минимальная ширина платформ для колонных станций с двумя рядами колонн должна приниматься равной не менее 12 м. Этот минимальный размер можно принимать в тех случаях, когда полученная по расчету величина $b < 3,2$ м.

Определение необходимого числа эскалаторов

Важным фактором, влияющим на некоторые размеры станции, является требуемое число эскалаторов, которое зависит от часового пассажирооборота станции:

$$n * n_{пл} = 38 * 272 = 10336 \text{ чел/ч, где}$$

$n = 38$ – число пар поездов в час

Требуемое число эскалаторов рассчитывается по формуле:

$$n_э = \frac{2 * n * n_{пл}}{8000} = 3{,}584 \text{ шт},$$

где 8000 – пропускная способность одного эскалатора

Для сообщения станции с поверхностью принимают минимально три эскалатора, из которых один работает на вход, другой – на выход, третий является запасным. При больших пассажиропотоках число эскалаторов увеличивают до четырех (в одном торце станции)[4].

2. 4. Обоснование способа строительства станции

Район строительства станции «Окская улица» является сложным с точки зрения горно-геологических условий и инженерных соображений. Сложные гидрогеологические условия, наличие дорог и трамвайных путей, стесненность поверхности строительной площадки и окружение ее жилыми домами вынуждает к применению специальной конструкции станции.

Работы по сооружению станции должны быть относительно бесшумны, с большой скоростью и с предусмотрением мер по защите фундаментов окружающих зданий (наименьшее расстояние от стены станции до фундамента здания около 10 м).

При вышеприведенных условиях нельзя применять котлованный способ строительства, так как он влечет за собой очень шумную работу дизель-молотов погружающих сваи и не обеспечивает соответствующей защиты фундаментов зданий. Самой подходящей в данных условиях технологией строительства будет сооружение станции способом «стена в грунте». Такой способ является бесшумной технологией, обеспечивающей устойчивость окружающего массива.

По конструктивным соображениям принимаем вариант, когда «стена в грунте» является только закреплением бортов траншей.

Другой вариант, когда «стена в грунте» является одновременно закреплением борта траншеи и несущей стеной конструкции станции в данном случае не рационален, так как «несущая стена в грунте требует более качественного выполнения, особенно с точки зрения прочности и гидроизоляции, а уменьшения экономических затрат и продолжительности строительства по этому способу не значительны.

2.5. Организация работ

Станционный комплекс сооружается открытым способом, в котловане глубиной от 8 до 12 м, с креплением котлована методом «стена в грунте». Этот метод представляет собой монолитную вертикальную конструкцию, возводимую в узкой траншее, заполненной глинистым раствором. Устройство «стены в грунте» условно можно разделить на 4 фазы:

- устройство «пионерной траншеи» и заполнение ее глиняным раствором;
- разработка грунта в захватке экскаватором;
- установка армокаркасов;
- бетонирование захватки методом вертикально-перемещающейся трубы (ВПТ).

Разработка котлована станции ведется послойно с помощью гидравлических экскаваторов и бульдозеров. Бермы при этом дорабатываются грейфером и вручную. Сооружение постоянных конструкций предполагается вести поточным методом. При приближении фронта работ поперечные «стены в грунте» вырезаются с помощью стенорезных машин с алмазным тросом.

Наличие обводненных песков, высокие коэффициенты фильтрации грунтов и большая ширина траншеи продиктовали небольшую длину заходки «стены в грунте» - 3.2 м.

Распорное крепление в котловане – расстрелы из стальных труб с горизонтальными поясами из двутавровых балок.

Разработка грунта в заходках, монтаж армокаркасов и бетонирование заходок осуществляется в шахматном порядке с отметок пионерной траншеи. Глубина пионерной траншеи принята 1.25 м, что позволяет сооружать ее в сухих грунтах.

Возведение монолитных железобетонных конструкций метрополитена ведется с использованием стреловых пневмоколесных кранов (для монтажа расстрелов), козлового крана, автобетоносмесителей, автобетононасосов, инвентарной опалубки и др.

Обратная засыпка сооруженных конструкций производится после устройства гидроизоляции. Засыпка производится послойно с уплотнением местным песчаным грунтом, за исключением участков под городскими проездами и подземными коммуникациями, где засыпка ведется привозным песком.

2.6. Строительно-монтажные работы

После завершения работ по сооружению «стены в грунте» приступают к строительно-монтажным работам по сооружению станции. Сборные конструктивные элементы подают автомобильным транспортом (панелевозами и трейлерами) на площадку под консоль козлового крана марки ККТС-20 и переносят к месту монтажа. Монтаж конструкций осуществляют снизу вверх.

Вначале дорабатывается грунт до проектных отметок, сооружают бетонную подготовку толщиной 200 мм, гидроизолируют лоток. Сам лоток бетонируется заходками 3 метра в следующей последовательности:

- Монтируются армокаркасы лотка и торцевую опалубку (из металлической сетки), подается в бадьях V = 1,5 м^3 бетон и уплотняется вибраторами;
- По мере бетонирования по верху лотка укладывается шпалы опалубки;

- Бадьи с бетоном, гидроизоляционный материал, армокаркасы и опалубка подаются козловым краном. Бетон доставляется в автобетоносмесителях и перегружается в бадьи.

При сборке обделки применяют монтажные тележки, передвигающиеся по лотковой плите и предназначенные для выверки правильности положения блоков обделки и соединения их между собой сваркой закладных деталей.

Монтаж последующих элементов ведут после набора бетоном, используемым для омоноличивания, требуемой по проекту прочности: вначале устанавливают подколонные балки, колонны и внутристанционные конструкции, укладывают плиты перекрытия. Швы между плитами перекрытия заливают цементно-песчаным раствором. Колонны и прогоны удерживают краном до окончания процесса подклинки и сварки закладных деталей.

В период монтажа все элементы надежно закрепляют. После проверки положения элементов конструкции все швы между ними заливают цементно-песчаным раствором. Для обеспечения устойчивости конструкции станции до ее засыпки грунтом устанавливают временные связи из металлических труб и стяжек, после чего осуществляют обратную засыпку[5].

Раздел 3. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬТСВА

3.1. Общие вопросы организации строительства

В связи с необходимостью выполнения большого числа взаимосвязанных работ и операций при строительстве, стройка должна быть обеспечена комплексным рабочим проектом организации строительства, позволяющим определить оптимальную технологическую направленность производственных процессов с увязкой всех строительных, проходческих и монтажных работ. Это дает возможность динамично, на протяжении всего срока строительства вносить необходимые коррективы в первоначально принятые решения. В основу организации строительства положены следующие принципы:

1. поточная организация строительства;
2. рациональное использование рабочей силы и оборудования;
3. соблюдение ТБ и требований охраны труда.

На продолжительность строительства влияют очень многие факторы, такие как правильные и полные геологические изыскания, своевременная обеспеченность техникой и материалами и подбор квалифицированных кадров. Принимая во внимание весь этот перечень факторов, необходимо уложиться в нормальные сроки строительства, так как увеличение времени строительства связывает материальные и трудовые ресурсы[6].

3.2. Подготовительный период

Подготовительным периодом называется срок, в течение которого производят все строительно-монтажные работы, обеспечивающие нормальное ведение работ по строительству станции в основной период строительства.

До начала основного строительства выполняется комплекс подготовительных (внешне- и внутриплощадочных) работ, включающий:

1) ограждение строительной площадки;
2) переустройство (перекладку или подвеску) подземных коммуникаций;
3) подводку к строительной площадке от городских источников сетей электроснабжения, водопровода, тепла, связи, водостока, канализации;
4) сооружение подъездных путей к строительной площадке и дорог на её территории (для автотранспорта).
5) в подготовительный период производят сборку, опробование и наладку строительных машин и механизированных установок, подготовку монтажных и такелажных приспособлений, используемых в основном периоде строительства.

Важное значение имеет выполнение работ нулевого цикла. Нулевым циклом называется комплекс строительных и монтажных работ ниже условной нулевой отметки поверхности. В работы нулевого цикла входят:

земляные работы по отрывке траншей и котлованов, устройство фундаментов под постоянные и временные здания и сооружения, прокладка подземных коммуникаций.

В подготовительный период имеет место следующий порядок производства работ:

1. Перед началом строительства на территории будущей стройплощадки производится срезка и штабелёвка растительного слоя грунта и, его сохранением для последующего благоустройства стройплощадки после окончания строительства.
2. Ограждение строительной площадки забором.
3. Следующий вид работ – планировка площадки. По её окончании осуществляется геодезическая привязка и разбивка осей зданий и сооружений.
4. После установки обносок, фиксации основных точек зданий и сооружений производится работы по освещению стройплощадки.
5. После этого разрабатывают траншеи для подземных коммуникаций и прокладывают сами коммуникации. Одновременно с этим устраиваются внутриплощадочные дороги (с временным покрытием).
6. Создание общеплощадочного складского хозяйства.
7. Далее производится отрывка котлованов под сооружения, идёт строительство их подземной части и их гидроизоляции.
8. Завершаются работы возведением наземной части зданий и сооружений.
9. Оборудование стройплощадки противопожарным инвентарем, схемами движения транспорта.

3.3. Строительная площадка

Строительная площадка расположена вдоль Рязанского проспекта на пересечении с Окской улицей. Расположение станции выбрано с учётом основных пассажирообразующих пунктов, перспективы развития городской застройки, расположения подземных коммуникаций, инженерно-

геологических условий строительства и требований по охране окружающей среды.

Зелёные насаждения ценных пород деревьев и кустарников на участке практически отсутствуют. Сток поверхностных вод осуществляется в ближайшую водосточную сеть. Возводимые сооружения закладываются выше уровня существующих коммуникаций, и поэтому надобность в специальных охранных мероприятиях отсутствует.

Строительная площадка разделена на две части общей площадью 26000 м^2. Геометрические размеры первой строительной площадки в плане составляют 370 м на 65 м. Геометрические размеры второй площадки 103 х 50 м^2.

Строительная площадка функционирует в течение всего периода строительства. На ней размещаются необходимые технологические и производственно-бытовые здания и сооружения:

- склад горюче-смазочных материалов (ГСМ);
- арматурный цех;
- механические мастерские;
- электроцех;
- трансформаторная подстанция;
- прорабская;
- душкомбинат;
- склад железобетонных изделий;
- диспетчерская и т. д.

По периметру площадка ограждена железобетонным забором: в основании находятся

сборные бетонные блоки ФБС 24.4.6-т; ограждением служит профнастил Н75-750-08, закреплённый на стойках – стальных трубах Ø 58х4. По периметру площадки на заборе находятся красные сигнальные фонари, закреплённые на стойках через 5 м.

На территорию площадки ведут два прохода для машин (один – въезд,

другой, соответственно выезд). Ширина временных автодорог равна 6 м, выполняются они из аэродромных плит ПАГ-18 длинной 6 м, шириной 2 м и толщиной 0,18 м. Плиты с помощью автокрана укладываются на спланированный грунт.

Внутри первой площадки ведется разработка котлована шириной 24 м и глубиной 12 м. Крепление котлована с помощью стены в грунте. Монтаж станционных конструкций ведется с помощью козлового крана ККТС-20 на рельсовом ходу. Вход в котлован устроен со стороны внутриплощадочной дороги и представляет из себя маленькую забетонированную площадку и лестницу.

В связи с фактической невозможностью вести монтаж конструкций станционного комплекса полностью «с колёс» на строительной площадке предусматривается отведение площадок под складирование строительных материалов (железобетонных блоков, арматурных сеток и каркасов и т. д.). Складирование материалов, использование или монтаж которых будет вестись в первую очередь, производится в рабочей зоне козлового крана. Материалы, доставка которых на площадку значительно опережает время их монтажа, целесообразно складировать отдельно.

Складирование организовано штабелями с оставлением между ними зазоров не менее 0,8 м. В целях лучшей организации работ в один штабель укладываются изделия только одного вида. Расположение блоков и других материалов выбирают таким, чтобы их маркировка была обращена в сторону проходов и проездов. Для сохранности складируемых элементов их прокладывают деревянными брусками.

Для электроснабжения строительства выполняется отдельная кабельная сеть напряжением 10 кВ. Эта сеть подключается к ближайшей районной подстанции Мосэнерго. Для обеспечения районных переключений и защиты кабельной сети строительства на её вводах от подстанции Мосэнерго устанавливаются на строительной площадке наружные устройства КРУ4-10. Напряжение на стройплощадке принято 380 В. У КТПН и в водосборниках

подземных выработок устанавливаются контуры заземления, к которым присоединяются контуры заземления стройплощадки. Для освещения площадки используются галогеновые прожекторы типа ИО 04-500-002.

Складирование строительного мусора и прочих отходов осуществляется в специально предусмотренном контейнере с последующим его вывозом в установленные места. Мойка колёс выезжающих со строительной площадки автомашин осуществляется в предусмотренном для этого месте вблизи выезда с площадки.

После окончания строительных работ территория строительства очищается от строительного мусора, а её благоустройство осуществляется в полном объёме с восстановлением всех нарушенных зелёных насаждений.

Строительный генеральный план представлен на демонстрационном листе №3.

3.4. Электроснабжение и освещение строительной площадки

Электроснабжение в течение всего времени строительства осуществляется от существующих городских линий электропередачи. На стройплощадке сооружается временная электроподстанция и прокладываются временные электролинии к объектам строительства. По мере освоения стройплощадки переключаются на ближайшую районную подстанцию.

Расчет мощности временной электроподстанции производится по установленной мощности одновременно работающих механизмов с электродвигателями в момент наибольшего развития строительно-монтажных работ:

$$P = \sum P_y K$$

, где

$\sum P_y$ = 865 кВт - установленная мощность потребителей напряжения, кВт;

K - коэффициент спроса, равный 0,8.

$P = 865 * 0{,}8 = 692$ кВт

Определяем мощность трансформаторов:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}, \text{ где}$$

Q - реактивная мощность потребителей, кВт;

$$Q = P * tg\varphi, \text{ где}$$

φ – коэффициент мощности, равный 0,75;

$Q = 692 * 0{,}75 = 519$ кВт

Таким образом, мощность трансформаторов будет равна:

$$S = \sqrt{519^2 + 692^2} = \sqrt{748225} = 865 \text{ кВт}$$

Таблица 2. Потребители электроэнергии

Потребитель	Общая мощность, кВт
Осветительная сеть	25
Глинистое хозяйство	120
Сварочный пост	200
Административно-бытовой комбинат	50
Прочие	470

Одним из важнейших вопросов организации стройплощадки является её освещение. Осветительная сеть выполняется из проводов, подвешенных на деревянных или железобетонных опорах. Для освещения используются светильники наружного освещения, устанавливаемые на опорах, а также прожекторы, устанавливаемые на зданиях.

Средняя освещенность площадки должна быть не менее 5 – 10 люкс (лк) на 1 м^2 территории.

Количество светильников N, необходимое для освещения территорий, определяется исходя из средней освещённости по формуле:

$$N = \frac{K_1 * K_2 * E_{ср} * S}{F_{пр}}$$

где K_1 – коэффициент потерь светового потока по сторонам, K_1 = 1,15 – 1,5

K_2 – коэффициент запаса, учитывающий потерю света от загрязнения стекла ламп и прожекторов, K_2 = 1,2 – 1,5

S – освещаемая площадь; S = 29300 м^2;

$E_{ср}$ – принятая средняя освещённость, $E_{ср}$ = 5 лк/м^2;

$F_{пр}$ – световой поток светильников, 12100 лм.

Для галогеновых прожекторов ИО 04-500-02 на каждый 1 Вт мощности приходится 24,2 лм. Следовательно, для 500-ватного прожектора световой поток равняется 12100 лм. Найдём общее количество светильников:

$$N = \frac{1{,}2 * 1{,}2 * 5 * 29300}{12100} = 18 \text{ шт}$$

Правильный выбор освещённости обеспечивает увеличение производительности труда и высокий уровень техники безопасности на стройплощадке.

Высота подвески светильников находится по формуле:

$$H = 0{,}11\sqrt{F/\varepsilon_{min}} = 0{,}11 * \sqrt{12100/1} = 12{,}1 \text{ м}$$, где

$\varepsilon_{min} = 1$ лк – минимальное горизонтальное освещение.

3.5. Снабжение строительства теплом для обогрева зданий

Расход тепла на обогрев здания на примере АБК:

$$Q = V_н\left[\alpha * q_0 * \left(t_{вн} - t_{нар}\right) + q_в * (t_{вн} - t_н)\right]$$

где $V_н$ – объём здания по наружному размеру, $V_н$ = 3750 м^3;

q_o – удельная тепловая характеристика здания, Вт\(м^3 · K), q_0 = 0,9;

$t_{нар}$ – расчетная температура наружного воздуха, $t_{нар}$= - 28°C;

$t_{вн}$ – температура внутри помещения, $t_{вн}$=18°C;

α – коэффициент, учитывающий климатические условия, $\alpha = 1$;

$q_в$ = 0,9 – удельная тепловая характеристика для вентиляции здания.

$$Q = 3750 * [1 * 0{,}9 * (18 + 28) + 0{,}9 * (18 + 30)] = 317250 \text{ Вт}$$

3.6. Водоснабжение строительства

При строительстве станции вода расходуется на производственные, санитарно-бытовые и противопожарные цели. Для водоснабжения стройплощадки применяется смешанная система водоснабжения, состоящая из постоянных внешних подводящих и временных разводящих сетей.

Перед началом строительства водопровода производится подсчет необходимого для обеспечения строительной площадки количества воды. Расход воды на производственные, санитарно-бытовые и противопожарные нужды определяется как сумма расходов по отдельным потребителям.

Таблица 3. Ориентировочные расходы воды на производственные нужды

Наименование потребителя	Удельный расход воды, q л	Объём работ, Ф
Приготовление 1 м^3 бетонной смеси	250	20 м^3/сут
Приготовление 1 м^3 глинистого раствора	210	20 м^3/сут
Заправка, питание, промывка одной автомашины: - грузовой - легковой	 35 15	 12 5
Экскаваторы (краны) с двигателем	20	8

внутреннего сгорания в сутки		
Механические мастерские на 1 станок	5	10
Слесарно-механичесике мастерские	10	10
Столярные мастерские	7	10

Водоснабжение строительства предусмотрено от городских водопроводных сетей. Расход воды на производственные нужды (л/с) определяется по формуле:

$$q_{np} = \frac{\sum \Phi \cdot q \cdot k_z}{3600n} = 0{,}31, \text{ л/с}$$

где Ф – суточная производительность механизмов, установок или объем производимых работ данного вида;

q = 1810 л – норма расхода воды;

k_z – коэффициент неравномерности потребления воды в течение смены;

1,2 – коэффициент на неучтенные потребности;

n – работа механизмов (установок) в часах, n = 18.

Таблица 4. Коэффициенты неравномерности потребления воды

Наименование потребителя	Коэффициент k_z
Производство строительных работ	1
Строительные и транспортные машины	2
Силовые установки	1,1
Производственные предприятия	1,25
Бытовые расходы на строительной площадке	2,7

Расход воды на санитарно-бытовые нужды определяют по формуле:

$$q_{хоз} = \frac{q \cdot N \cdot K_z}{n \cdot 3600} = \frac{40 \cdot 90 \cdot 2{,}7}{18 \cdot 3600} = 0{,}15\, л/с;$$

где q – средняя норма расхода воды на человека, q = 40 л;

N = 90 - число работающих.

Таблица 5. Ориентировочный расход воды на бытовые нужды.

Наименование потребителя	Средний расход воды, л
Столовая на одного посетителя	10-15
Вода в душе на 1 моющегося	20-30

Расчетный секундный противопожарный расход $q_{пож}$ ориентировочно принимают: для строительных площадок до 30 га – 10 л/с, на каждые дополнительные 5 га – по 5 л/с. Так как у нас строительная площадка меньше 30 га то принимаем 10 л/с.

Максимальный расход воды $q_{макс}$ на строительстве устанавливают для 2-ух случаев:

1) если $q_{пр} + q_{хоз} < 2q_{пож}$, то $q_{макс} = q_{пож} + 0,5(q_{пр} + q_{хоз})$;
2) если $q_{пр} + q_{хоз} \geq 2q_{пож}$, то $q_{макс} = q_{пр} + q_{хоз}$;

$$P_{пр} + P_{б} = 0,31 + 0,15 = 0,47 \text{ л/с} < 2 \cdot 10 = 20 \text{ л/с};$$

Таким образом, максимальный расход воды будет равен:

$$q_{макс} = 10 + 0,5 \cdot (0,31 + 0,15) = 10,24 \text{ л/с}.$$

Раздел 4. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ

4.1. Архитектурно-строительные решения

Административно-бытовой корпус представляет собой трёхэтажное кирпичное здание с каркасом из монолитных железобетонных элементов. Относительная отметка заложения подвала – 2,950 м. За относительную отметку 0,000 принят уровень пола первого этажа. Относительная отметка пола второго этажа 3,350 м, третьего – 6,730 м, крыши здания – 9,840 м. В плане АБК представляет собой правильный прямоугольник размерами 24 х

12 м. Площадь застройки 288 м^2.

Фундаменты здания – отдельно стоящие монолитные железобетонные конструкции: ФМ1, ФМ2 и ФМ3. Материал фундаментов – бетон класса В 25 и арматура А400. Соединение стержней арматурных каркасов фундаментов в местах пересечения производится контактно-точечной сваркой.

Стены подвала запроектированы из сборных бетонных блоков ФБС 24.6.6-т по сборным железобетонным плитам ФЛ 20.24-3 (Р = 4 т) на цементно-песчаном растворе М 100 с перевязкой швов через каждые 300 мм. Фундаментные блоки выкладываются на выровненную песчаную подготовку толщиной 50 мм с равномерным уплотнением. Места, некратные размерам блоков, заделываются бетоном класса В 7,5. Вертикальную гидроизоляцию выполнять обмазочной горячим битумом за 2 раза. Горизонтальную гидроизоляцию стен выполнять 2 слоями гидроизола на битумной мастике. Обратная засыпка пазух фундаментов выполняется чистым талым грунтом с трамбованием.

Наружные стены здания – кирпичные облегчённой кладки из керамического пустотелого кирпича КП-0/100/15.

Внутренние перегородки выполняются из керамического полнотелого кирпича К-75/1/15 и гипсокартона. Кладка ведётся на растворе М 50 с полным заполнением всех швов. Горизонтальные швы армируются сетками из ⊘ 4 Вр1 с ячейкой 100х100 мм через каждые шесть рядов кладки по высоте. В местах пересечения перегородок арматурные сетки располагаются в соседних по высоте рядах кладки. Стойки перегородок устанавливаются с шагом не более 1500 мм вертикально по отвесу и строго в одной плоскости. Смещение стоек из плоскости перегородок допускается не более 5 мм. Сварка производится электродами типа Э-42.

Межэтажные перекрытия – монолитные железобетонные плиты покрытия, уложенные с помощью опалубки (опалубочный стол).

Кровля здания – рулонная плоская с внутренним водостоком. Кровля состоит из сборных железобетонных плит покрытия толщиной 220 мм, 1 слоя

пароизоляции (филизол марки «Н»), слоя утеплителя, керамзита для создания уклонов и двухслойной гидроизоляции из наплавляемого филизола марок «Н» и «В» на стяжке из цементно-песчаного раствора М 100.

Оконные блоки – пластиковые с тройным остеклением. Наружные двери – пластиковые, внутренние – деревянные. Конструкция здания представлена на демонстрационном листе №9.

4.2. Выбор землеройной машины и механизмов

Земляные работы на поверхности комплекса подземного сооружения производятся комплексно-механизированным способом. Их выполнение производится в начале строительства, когда на площадке отсутствуют здания и сооружения, что способствует выбору наиболее рациональной организации земляных работ, осуществлению наиболее оптимального баланса грунтовых масс, сокращает расстояния перемещения грунта, повышает эффективность работы оборудования и транспортных средств.

Земляные работы производятся только после проведения подготовительных работ: определения постоянных и временных отвалов, очистки территории от деревьев и кустарников, переноса существующих коммуникаций, снятия и складирования природного слоя почвы, выполнения геодезических и разбивочных работ по выносу в натуру проектируемых сооружений.

Выбор типа землеройных машин и механизмов в каждом конкретном случае зависит от объема работ, срока их выполнения, рельефа местности, размеров выемки или насыпи, условий перемещения или выгрузки грунта и т.д.

Экскаваторы находят на строительстве наибольшее применение. При проектировании работы экскаваторов и выборе их необходимо, прежде всего, рассчитать экскаваторный забой. Экскаваторным забоем называется рабочая

зона экскаватора, включающая его рабочее место, часть массива грунта, отрываемого с одной стоянки, площадку для укладки грунта или место для стоянки или маневрирования транспортных средств.

Различают два вида забоев:

- лобовой (торцевой) – выемку разрабатывают на полную ширину;
- боковой – полная ширина, выемка получается путем последовательной разработки ряда, проходки.

Размеры забоя (ширина и глубина) зависят от:

- рабочих параметров принятого типа экскаватора;
- расположения и габаритов подъездных путей;
- типа применяемых транспортных средств;
- категории и влажности грунта.

Принимаем одноковшовый экскаватор с прямой лопатой Э-303. Его технические характеристики:

- ёмкость ковша – 0,3 $м^3$;
- наибольший радиус резания – 5,9 м;
- наибольшая высота разгрузки – 4,0 м;
- наибольший радиус разгрузки – 5,4 м;
- высота разгрузки при наибольшем радиусе разгрузки – 2,66 м;
- наибольшая высота резания – 5,96 м;
- наибольший радиус резания на уровне стоянки – 3 м;
- вес экскаватора – 9,62 т;
- среднее давление на грунт – 0,55 $кг/см^2$;
- усилие на блоке ковша 6000 кг;
- продолжительность цикла при угле поворота 90^0 и работе в отвал – 15 сек;
- вид ходовой части экскаватора – гусеничный.

Найдём длину рабочей передвижки – расстояние между двумя последовательными стоянками экскаваторами. Для прямой лопаты:

$L_п = R_р – R_{ст} = 5,9 – 3 = 2,9$ м,

где $R_р$ – наибольший радиус резания;

$R_{ст}$ – наибольший радиус резания на уровне стоянки.

Определим ширину забоя поверху (в данном случае – лобовой забой, прямая лопата, транспортные средства и экскаватор располагаются на одном уровне):

$$B = 2 \cdot \sqrt{2R_p^{\,2} - l_n^{\,2}} = 2 \cdot \sqrt{2 \cdot 5{,}9^2 - 2{,}9^2} = 15{,}65 \text{ м.}$$

Наибольшая глубина забоя при разработке выемок прямой лопатой не должна превышать высоты резания $H_р$ = 5,96 – что достаточно в нашем случае.

4.3. Выбор и определение количества транспортных средств

Транспортирование разрабатываемого экскаваторами грунта может осуществляться с помощью автосамосвалов, тракторов с прицепами, железнодорожного транспорта широкой и узкой колеи, конвейеров и гидротранспорта. Окончательно принять тот или иной тип транспорта можно только после тщательного расчета. Необходимо, чтобы количество и ёмкость транспортных средств соответствовали производительности экскаватора и ёмкости его ковша, скорость транспортирования была максимальной, погрузка – непрерывной.

Количество транспортных средств определяют из условий непрерывной погрузки:

$$N = \frac{t_n + 2\frac{l}{V_{ср}} + t_p + t_м}{t_n};$$

$t_п$ – расчетная производительность погрузки;

$$t_n = \frac{M}{n \cdot K_m} = \frac{9}{20 \cdot 0{,}89} = 0{,}51;$$

$$n = \frac{60}{t_ц} = 20;$$

n – (табл.) количество циклов черпания в 1мин при рабочем оборудовании, n = 3;

M – количество ковшей грунта, загружаемого в кузов:

$$M = \frac{Q}{\Delta \cdot q} \cdot K_1 = \frac{6 \cdot 0{,}79}{1{,}75 \cdot 0{,}3} = 9{,}02 = 9;$$

Δ – объемный вес грунта, Δ = 1,6 – 1,9 т/м^3;

Q – грузоподъемность транспортного средства, Q = 6 т;

q – геометрическая емкость ковша, q = 0,3 м^3;

K_1 – коэффициент перехода от объема разрыхленного грунта к объему плотного грунта:

$$K_1 = \frac{K_н}{K_р} = \frac{0{,}9}{1{,}14} = 0{,}79;$$

K_n – коэффициент наполнения, принимается по таблице (песок влажный, прямая лопата), K_n = 0,9 – 0,92;

$K_р$ – коэффициент разрыхления грунта (песок средний) $K_р$ = 1,14 – 1,2.

Так как ёмкость ковша экскаватора 0,3 м^3 принимаем автомобиль самосвал МАЗ-5549 грузоподъемностью 6 т.

Определяем расчетную продолжительность пробега, приняв среднюю скорость движения $V_{ср}$ = 30 км/ч = 0,5 км/мин при L = 0,5 км.

$\frac{2L}{V_{ср}} = \frac{2 \cdot 0{,}5}{0{,}5} = 2$ мин.

Определяем расчетную продолжительность разгрузки. По данным практики, принимаем ее равной 0,35 мин.

Определяем продолжительность маневрирования самосвала. По данным практики, принимаем $t_м$ = 0,5 мин.

Определяем потребное количество самосвалов:

$$N = \frac{0{,}51 + 2 + 0{,}35 + 0{,}5}{0{,}51} = 6{,}59 = 7$$

<u>Производительность одноковшового экскаватора:</u>

Сменная производительность:

Ц = Т · 60 · q · n · K_1 · $K_в$ (м^3) = 7 · 60 · 0,3 · 3 · 0,79 · 0,68 = 200 м^3/смену.

Т – продолжительность смены 7 часов;

q – геометрическая емкость ковша, q = 0,3 м^3;

$K_1 = K_н/K_р$ – коэффициент наполнения ковша разрыхленным грунтом в плотном теле.

Величина коэффициента использования ($K_в$) сменного времени зависит от потерь на передвижения экскаватора, условий подачи транспортных средств и т.п. $K_в$ обычно принимают равным (в лобовом забое) 0,68.

$K_н$ – коэффициент наполнения, принимается по таблице (песок влажный, прямая лопата) $K_n = 0,9 - 0,92$;

$K_р$ – коэффициент разрыхления грунта (песок средний) $K_р = 1,14 - 1,2$.

4.4. Монтажные работы. Выбор монтажного крана

При выборе монтажного крана необходимо учитывать возможность установки этим краном самого тяжелого конструктивного элемента в наиболее высокую и отдаленную точку монтируемого здания или сооружения; перемещения монтажного крана без его демонтажа от одного объекта к другому; методы монтажа; вид сооружения и условия его сооружения; обеспечение хорошей видимости рабочего места. Выбор монтажного крана целесообразно начинать с определения показателя монтажного веса. Этот показатель характеризует равновесность сборных элементов здания или сооружения. Чем меньше количество типов и типоразмеров конструкций в сооружении и ближе их весовые характеристики, тем полнее используется кран по грузоподъемности и другим параметрам.

Кран подбирают по наибольшей массе элемента конструкции. Мелкие элементы целесообразно укрупнять (пакетировать) до уровня весовой характеристики наибольшего элемента. Если нельзя добиться укрупнения элементов, то применяют несколько кранов разной грузоподъемности: для легких и тяжелых элементов. Показатель монтажного веса К определяется как отношение усредненной массы элемента $Q_{ср}$ к максимальной массе $Q_{нб}$ элемента в этой группе.

Таблица 6. Масса элементов конструкции

Наименование элементов	Монтажная масса 1-го элемента, т	Количество элементов в здании, шт.	Общая масса элементов, т
сборные железобетонные плиты ФЛ 20.24-3	4	30	120
сборные бетонные блоки ФБС 24.6.6-т	2	120	240
опалубка для колонн (1 каркас)	0,2	15	3
опалубка для перекрытий (1 секция)	0,3	72	21,6
инвентарные подмости (1 секция)	0,2	36	7,2
Итого:		273	391,8
Усреднённая масса элемента	1,4		

$Q_{ср}$ (средняя масса элемента) равна 391,8/273 = 1,4.

Тогда К = 1,49/4 = 0,36. Такое значение К позволяет обойтись одним краном. Примем пневмоколёсный кран КС-5363 (характеристики крана на рис.).

Грузоподъемность крана

$Q = Q_э + g_{тп} + g_к + g_м$ (т) = 4 + 0,1 + 0,1 + 0,1 = 4,3 т

$g_м$ – масса навесных монтажных приспособлений;

$g_к$ – масса конструкций усиления;

$g_{тп}$ – масса такелажного приспособления;

$Q_э$ – наибольшая масса поднимаемого элемента, 4 т.

Необходимая минимальная высота подъема крюка

$H_{кр} = h_о + h_э + h_з + h_с + h_п = 10 + 0,6 + 1 + 2 + 1,5 = 15,1$ м.

где $h_о$ – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки

монтажного крана, м;

$h_э$ – высота монтируемого элемента, м;

$h_з$ – запас по высоте, необходимой для заводки элемента над местом установки или переноса через ранее установленные элементы, м;

$h_с$ – высота строповки, м;

$h_п$ – высота полиспаста в стянутом состоянии, м.

Минимальный вылет стрелы

Определяем по формуле:

$$l = \frac{(d + e + \frac{b}{2}) \cdot (H_к - h_ш)}{h_с + h_п} = \frac{(0,5 + 0,2 + 0,75) \cdot (15,13 - 1,7)}{2 + 1,5} = 5,6 \text{ м.}$$

Здесь d =0,5м; e = 0,2 м; b/2 = 1,5/2=0,75.

Максимальная длина стрелы

$$L = \sqrt{l^2 + (H_к - h_ш)^2} = \sqrt{5,6^2 + (13,33 - 1,7)^2} = 12,9 \text{ м.}$$

Для монтажа конструкций станционного комплекса и перегонных тоннелей используется козловой кран ККТС-20 .

Таблица № 7. Характеристики ККТС - 20

максимальная грузоподъёмность, т	20
высота подъёма крюка от уровня головки рельс, м	9
глубина опускания крюка ниже уровня головки рельс, м	16



Рис. 3.Козловой кран ККТС-20

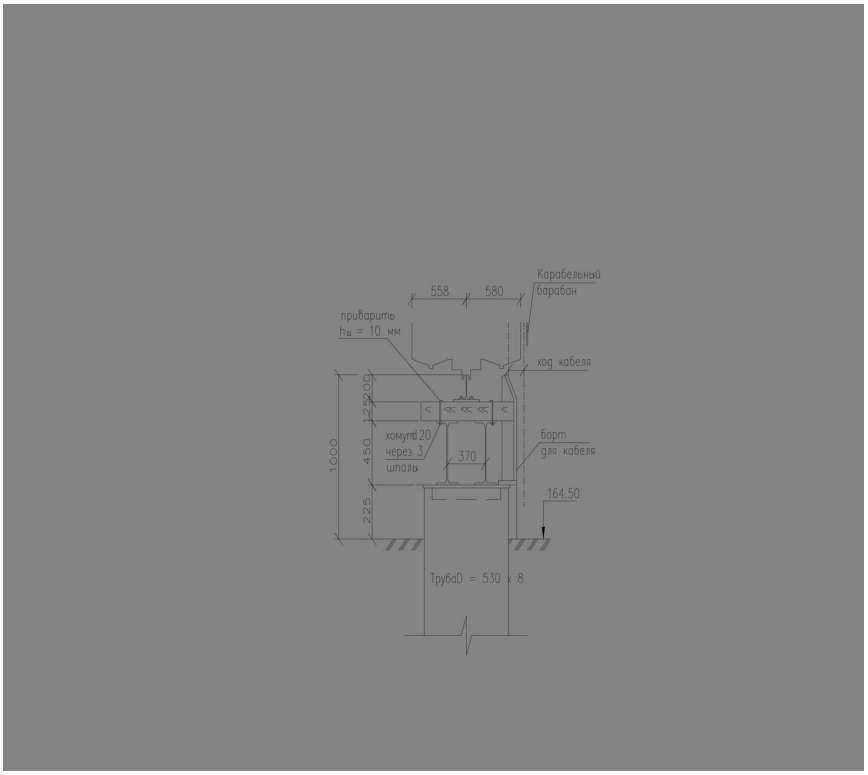


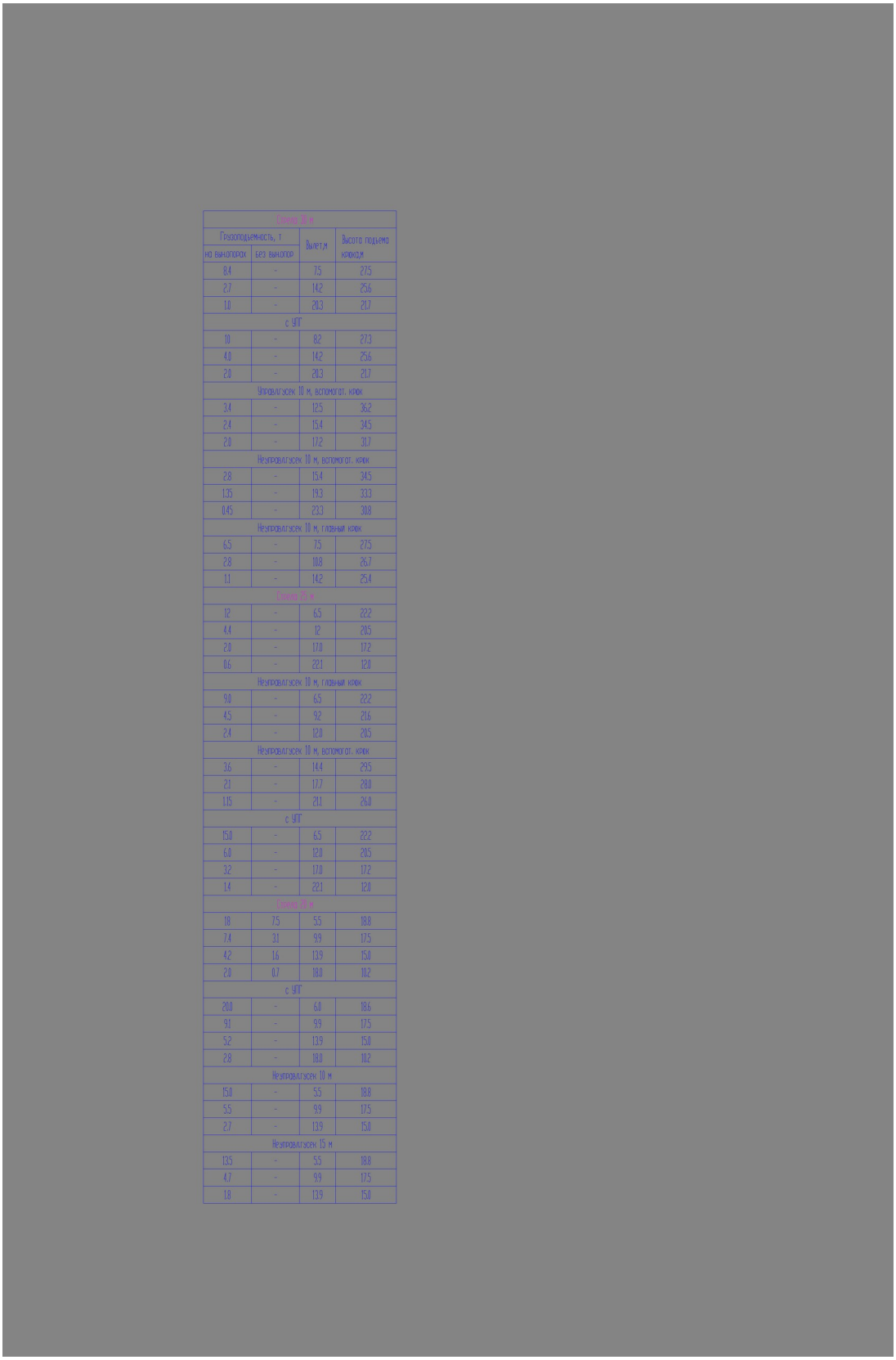
Рис. 4. Конструкция подкранового пути



Рис. 5. Пневмоколёсный кран КС-5363

Технологическая схема производства работ представлена на демонстрационном листе №10.

Таблица № 8. Характеристика крана КС-5363



Стрела 30 м			
Грузоподъемность, т		Вылет,м	Высота подъема крюка,м
на выноп.опорах	без выноп.опор		
8.4	-	7.5	27.5
2.7	-	14.2	25.6
1.0	-	20.3	21.7
с УПГ			
10	-	8.2	27.3
4.0	-	14.2	25.6
2.0	-	20.3	21.7
Управл.гусек 10 м, вспомогат. крюк			
3.4	-	12.5	36.2
2.4	-	15.4	34.5
2.0	-	17.2	31.7
Неуправл.гусек 10 м, вспомогат. крюк			
2.8	-	15.4	34.5
1.35	-	19.3	33.3
0.45	-	23.3	30.8
Неуправл.гусек 10 м, главный крюк			
6.5	-	7.5	27.5
2.8	-	10.8	26.7
1.1	-	14.2	25.4
Стрела 25 м			
12	-	6.5	22.2
4.4	-	12	20.5
2.0	-	17.0	17.2
0.6	-	22.1	12.0
Неуправл.гусек 10 м, главный крюк			
9.0	-	6.5	22.2
4.5	-	9.2	21.6
2.4	-	12.0	20.5
Неуправл.гусек 10 м, вспомогат. крюк			
3.6	-	14.4	29.5
2.1	-	17.7	28.0
1.15	-	21.1	26.0
с УПГ			
15.0	-	6.5	22.2
6.0	-	12.0	20.5
3.2	-	17.0	17.2
1.4	-	22.1	12.0
Стрела 20 м			
18	7.5	5.5	18.8
7.4	3.1	9.9	17.5
4.2	1.6	13.9	15.0
2.0	0.7	18.0	10.2
с УПГ			
20.0	-	6.0	18.6
9.1	-	9.9	17.5
5.2	-	13.9	15.0
2.8	-	18.0	10.2
Неуправл.гусек 10 м			
15.0	-	5.5	18.8
5.5	-	9.9	17.5
2.7	-	13.9	15.0
Неуправл.гусек 15 м			
13.5	-	5.5	18.8
4.7	-	9.9	17.5
1.8	-	13.9	15.0

РАЗДЕЛ 5. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА ВЫБОР СПОСОБА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЕРЕГОННОГО ТОННЕЛЯ.

5.1. Введение

В общем комплексе городских транспортных сооружений важное место занимают подземные сооружения. Серьёзное внимание в нашей стране уделяется вопросам рационального использования подземного пространства в крупных городах.

Объём строительства перегонных тоннелей составляет в России более 150 км в год. В Москве предусматривается дальнейшее улучшение транспортного обслуживания населения. Однако существующая технология строительства перегонных тоннелей обычными проходческими щитами не позволяет достигать больших скоростей строительства этих тоннелей. В настоящее время скорость проходки перегонных тоннелей в России составляет 60-80 метров в месяц.

В связи с этим, строительство новых линии в Москве будет осуществляться с применением современных высокопроизводительных щитовых тоннелепроходческих механизированных комплексов (ТПМК) таких фирм как «Херренкнехт», «Ловат» и др.

Актуальность повышения скоростей строительства перегонных тоннелей очевидна, так как при этом значительно снижаются трудозатраты и стоимость сооружений, сокращается срок ввода в эксплуатацию, срок окупаемости сооружения, улучшается транспортное обслуживание население города.

Цель работы - на основе анализа отечественного и зарубежного оборудования для проходке перегонных тоннелей метрополитенов разработать технологические схемы, осуществление на практике которых позволит увеличить скорости строительства перегонных тоннелей метрополитенов с использованием как отечественного, так и зарубежного оборудования.

5.2. Выбор и обоснование возможных вариантов разработки темы спецчасти

Линии метрополитена располагают чаще всего ниже земной поверхности. Различают два вида подземного заложения тоннелей – мелкое и глубокое.

Глубина заложения тоннелей метрополитена назначается исходя из существующей застройки и планировки города, ширины городских проездов, расположения подземных коммуникаций, а также топографических, геологических и гидрогеологических условий строительства.

При сооружении линий метрополитенов мелкого заложения, главным образом для городских магистралей, применяют открытый (котлованный, траншейный) и закрытый (щитовой) способы работ.

В условиях современного города щитовая проходка может оказаться единственно возможным способом работ, так как она может выполняться круглогодично без вскрытия поверхности, нарушения уличного движения и подземного хозяйства городов. Щитовой способ сооружения тоннелей, являясь наиболее эффективным и индустриальным, получил широкое развитие и применение в России и за границей на строительстве тоннелей различного назначения.

Выбор щита и щитового комплекса осуществляется исходя из инженерно-геологических, гидрогеологических условий строительства, а также технико-экономических показателей данного оборудования.

В данных горно-геологических условиях проходка перегонного тоннеля возможна следующими проходческими комплексами:

- ТПМК Ø 6,28 м с грунтопригрузом фирмы «Herrenknecht AG»
- Комплекс КМ42-М1 Ø 5,684 м с экскаваторным рабочим органом совместно с искусственным водопонижением грунтов.

Ниже приводятся сравнительные расчеты и оценки данных проходческих комплексов, применительно к городской застройке.

5.3. Проходка тоннеля комплексом КМ42-М1 Ø 5,684 м с экскаваторным рабочим органом

Данный комплекс предназначен для сооружения тоннелей со сборными обделками в песчаных, глинистых и смешанных глинисто-песчаных грунтах,

в том числе содержащих гравийно-галечные отложения и валуны размером не более 350 мм. Щитовой комплекс оснащенный экскаваторным рабочим органом обратная лопата, стрела которого состоит из трех шарнирно соединенных звеньев. Трехзвенная конструкция стрелы увеличивает ее вылет, придавая ей компактность, необходимую для раздельной разработки верхней и нижней половин забоя при забойной горизонтальной перегородке с выдвижной площадкой. Ковш обладает подвижностью в вертикальной плоскости, экскаваторный орган щита разрабатывает грунт по всему сечению забоя, сбрасывая его вниз.

Стрела для поворота в плане закреплена на турели, опирающейся на две горизонтальные перегородки в опорном кольце щита. Ножевое кольцо снабжено семью секциями выдвижного козырька.

С целью поддержания устойчивости забоя корпус щита оборудован выдвижными шандорами. В процессе разработки грунта щит перемещается щитовыми домкратами.

В состав комплекса входят:

- механизированный щит,
- породопогрузочная машина с ленточным транспортером,
- транспортный мост с ленточным транспортером,
- блокоукладчик с механизмами для установки блоков и механизмом передвижки,
- рольганг,
- конвейер-перегружатель,
- система пылеподавления,
- электрооборудование.

Таблица № 9. Технические характеристики комплекса КМ42-М1

Характеристика	Ед. изм.	Значение
Диаметр щита	мм	5,684

Длина комплекса	м	40
Общая масса комплекса	т	320
Общая установленная мощность	кВт	130
Рабочий орган экскаваторного типа		
Ширина ковша	мм	600
Производительность	$м^3$/ч	25-50
Давление жидкости в гидросистеме	МПа	10
Щитовой гидроцилиндр		
Рабочий ход	мм	1200
Усилие при давлении рабочей жидкости 20 Мпа	кН	980

Рассмотрим преимущества и недостатки этого щитового комплекса[7]:

- ПРЕИМУЩЕСТВА:
  1. поперечное сечение щита, практически, может быть любой формы;
  2. возможность проникновения проходчиков к забою;
  3. хороший обзор забоя;
  4. относительная простота конструкции
  5. большой опыт проходки;
  6. относительно недорогое оборудование и обслуживание
- НЕДОСТАТКИ:

1. большие динамические нагрузки, передаваемые на конструкцию щита;
2. сложность управления исполнительным органом;
3. цикличность работы исполнительного органа;
4. наличие открытой головной части обуславливает применения специальных способов строительства в сложных гидрогеологических условиях.

Технология щитовой проходки

Перед началом проходческих работ необходимо смонтировать щит, подготовить камеру и соорудить металлический упор для ввода щита в забой. Упорную раму устанавливают у противоположной стены камеры.

Перемещение щита осуществляется отталкиванием от уложенных в шахте полуколец тоннельной обделки. Для предотвращения развала полуколец, в стволе устанавливают поддерживающие трубы. Каждый блок, кроме лоткового, должен быть подклинен в эти трубы. Первое целое кольцо обделки должно крепиться в упорную стену металлическими расстрелами (трубы диаметром 219х8 мм). Убрать расстрелы разрешается после проходки не менее 25 м тоннеля и нагнетания цементно-песчаного раствора за обделку.

После разработки забоя, грунт поступает на щитовой конвейер и далее на ленточный перегружатель, с которого порода непосредственно загружается в неопрокидные вагонетки емкостью 1,3 $м^3$ и далее откатывается электровозом в камеру.

После передвижки забоя на длину заходки, обделочный погружатель вытягивается лебедкой вверх и фиксируется в этом положении специальным захватом. Привезенные блоки обделки перегружаются на рольганг, по которому доставляются к блокоукладчику. В щите используется радиальный блокоукладчик, который представляет собой дуговую конструкцию с рамами, по которым ведется сборка блоков, начиная с верхнего.

По мере укладки, блоки закрепляются с помощью специальных фиксаторов. Приведение блоков в проектное положение по контуру кольца осуществляется после передвижки щита при помощи вспомогательных домкратов.

Для первичного нагнетания: гравийно-песчаный раствор 1:2, цемент для тампонажа применяется М400. Крупность гравия не должна превышать 0,25диаметра отверстия для тампонажа, первичное нагнетание производится под давлением 0,5МПа.

Контрольное нагнетание проводят с целью повышения водонепроницаемости обделки путем заполнения трещин от усадки,

обеспечения плотного соединения обделки с окружающим грунтом, улучшающее ее статическую работу. Давление нагнетания 0,8-1 МПа. Контрольное нагнетание производится по всему периметру кольца обделки на расстоянии 30 метров от щита.

Гидроизоляция стыков сборной обделки из железобетонных блоков производится перед контрольным нагнетанием путем зачеканки канавок и отверстий. Отверстия для нагнетания очищают и изолируют постановкой пробки с гидроизоляционной асбобитумной шайбой.

Гидроизоляция швов осуществляется на расстоянии 30 метров от щита путем заполнения чеканочных отверстий и канавок гидроизоляционным материалом. Укладку замазки и чеканку швов ведут в 2-3 слоя толщиной по 2 см участками длиной по 3 м.

Расчет параметров проходческого цикла для щита КМ42-М1

Технологический цикл, осуществляемый щитовым комплексом КМ42-М1 включает механизированное выполнение следующих основных операций:

- разработка грунта в забое;
- погрузка грунта;
- возведение сборной тоннельной обделки из железобетонных блоков;
- транспортировка в пределах ТПК материалов и элементов обделки.

Проходка перегонного тоннеля выполняется по методу бригадного подряда сквозной комплексной бригадой.

Продолжительность проходческого цикла $T_ц$ при строительстве перегонного тоннеля щитовым комплексом с экскаваторным рабочим органом в общем виде может быть определена из выражения:

$$T_ц = \begin{Bmatrix} T_р \\ T_п \end{Bmatrix} + T_п + T_{з.л.} + \begin{Bmatrix} T_о \\ T_m \end{Bmatrix} + T_{тамп} + T_{всп}$$

$T_р$ - время на разрушение (выемку) грунта, мин;

$T_п$ - время на передвижку щита, мин;

T_o - время на монтаж обделки, мин;

T_m - время выполнения транспортных операций, мин;

$T_{тамп}$ - время на тампонаж закрепного пространства;

$T_в$ - время проведения вспомогательных работ, мин.

1) Продолжительность разработки забоя для щита с экскаваторным рабочим органом определяется формулой:

$$T_р = \frac{0{,}785 * D_щ{}^2 * b}{50 - 30 * f}$$

где $D_щ -$ диаметр щита;

$b = 1{,}2$ м $-$ ширина кольца обделки;

$f = 0{,}6 -$ коэффициент крепости породы по шкале Протодьяконова.

$$T_р = \frac{0{,}785 * 5{,}684^2 * 1{,}2}{50 - 30 * 0{,}6} = 40 \text{ мин}$$

Разработка грунта и его погрузка объединены в одну операцию, так как щит с машиной непрерывного действия, производительность которой составляет 30-40 м^3/ч [6].

2) Время на передвижку щита:

$$Т_п = \frac{10^3 * b * F * Z_д * K_д * K_0}{Q_м * k_у}$$

где $b = 1{,}2$ м $-$ шаг передвижки, равный ширине кольца обделки;

$F = 0{,}05$ м $-$ площадь рабочей плоскости гидродомкрата;

$Z_д = 18$ шт $-$ количество гидродомкратов;

$K_д = 0{,}7 -$ коэффициент одновременности работы гидродомкратов;

$K_0 = 1{,}2 -$ коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание гидродомкратов и управление процессом передвижки щита;

$k_y = 1{,}1$ – коэффициент, учитывающий утечки в гидродомкратах и их износ;

$Q_м = 50$ л/мин – производительность насосной установки маслостанции проходческого щита

$$T_п = \frac{10^3 * 1{,}2 * 0{,}05 * 18 * 0{,}7 * 1{,}2}{50 * 1{,}1} = 10 \text{ мин}$$

3) Время на монтаж сборной обделки радиальным блокоукладчиком:

$$T_о = Z_б * \left(\frac{1}{2n_x} + \frac{1{,}6h}{\vartheta_л} + t_б + t'_м\right) * k_{ро}$$

$K_{ро} = 1{,}3 \div 1{,}5$ – коэффициент неравномерности работы по возведению крепи;

$Z_б = 7$ – число блоков в кольце обделки;

$n_x = 1 \div 2$ об/мин – частота вращения блокоукладчика вокруг продольной оси;

$\vartheta_л = 2{,}5 \div 3$ м/мин – линейная скорость перемещения штока блокоукладчика;

$t_б = 1{,}5$ мин – время подачи и зацепки блока;

$h = 1{,}2 \div 1{,}4$ м – длина выдвижения штока домкрата блокоукладчика;

$t'_м = 2{,}5 \div 3$ мин – время монтажа одного блока

$$t_{кр} = 7 * \left(\frac{1}{2 * 1{,}5} + \frac{1{,}6 * 1{,}3}{2{,}5} + 1{,}5 + 3\right) * 1{,}4 = 40 \text{ мин}$$

4) Определяем время на транспортирование блоковозок и порожняка к забою, а также порожних блоковозок и породы к стволу:

$$T_т = t_п + t_г + T_{рт} + T_м$$

$T_{рт} = 2 мин$ - время на разгон и торможение;

$t_п = \frac{60 \cdot L}{V_п}$ - время движения порожнего состава;

$L = 0.1км$ - максимальная длина пути

$V_п = 3.95 \frac{км}{ч}$ - скорость движения электровоза

$$t_п = \frac{60 \cdot 0.1}{3.95} = 2.52мин$$

$t_г = \frac{60 \cdot L}{V_г}$ - время движения груженого состава

$V_г = 2.96 \frac{км}{ч}$ - скорость движения груженого состава

$$t_г = \frac{60 \cdot 0.1}{2.96} = 3мин$$

$T_м = 35мин$ - время маневренных работ и простоев

Следовательно, общее время на транспортные операции будет составлять:

$$T_т = 2.52 + 3 + 2.0 + 35 = 45мин$$

5) Определяем время на тампонаж закрепного пространства:

$$t_{тамп} = \frac{\pi * (D_н^2 - D_{вн}^2) * b}{4} = \frac{3{,}14 * (5{,}684^2 - 5{,}5^2) * 1{,}2}{4} = 15 \text{ мин}$$

Также необходимо учесть время на проверку положения щита T = 15 мин поданным практики.

Выполнение вспомогательных работ во многих случаях осуществляется параллельно с ведением основных проходческих операций. Некоторые работы (например, наращивание рельсового пути, проверка положения щита и др.) требуют остановки щита. На продолжительность вспомогательных работ оказывают влияние и другие факторы, которые трудно учесть. Таким образом, продолжительность проходческого цикла согласно графику организации работ (демонстрационный лист № 7) составляет $T_ц = 160$ мин.

6) Определим месячную скорость проходки $\vartheta_{мес}$ всего щитового комплекса. Ее рассчитывают с учетом всех технологических операций и организационно-технических простоев, не зависящих от конструкции щита[6]:

$$\vartheta_{мес} = T * n * Q_{см} * k_э$$

где T = 22 - количество рабочих дней в месяц;

n = 3 - число смен в сутки;

$Q_{см}$ – сменная производительность;

$k_э = 0,75$ - коэффициент использования проходческого комплекса, учитывающий все виды простоев, в том числе затраты времени на техническое обслуживание и текущий ремонт проходческого оборудования

Сменная производительность щита:

$$Q_{см} = \frac{t_{см}}{T_ц} * b$$

где $t_{см} = 7ч -$ продолжительность смены

$$Q_{см} = \frac{7}{2,67} * 1,2 = 3,15 \text{ м/смена}$$

Следовательно, расчётная месячная скорость проходки перегонного тоннеля:

$$\vartheta_{мес} = 22 * 3 * 3,15 * 0,75 = 155,52 \text{ м/мес}$$

Щитовой комплекс представлен на демонстрационном листе № 4.

5.4. Искусственное водопонижение грунтов

Общие сведения

Из всех способов борьбы с грунтовыми водами в городском подземном строительстве наибольшее применение получило водопонижение, с помощью которого вокруг сооружаемого объекта или его части создаётся заградительный контур, представляющий собой систему вертикальных, горизонтальных или наклонных выработок, имеющих гидравлическую связь с водоносным горизонтом и оборудованных различными средствами водопонижения.

Притекающие к заградительному контуру грунтовые воды откачиваются водопонизительными устройствами или самотёком отводятся за пределы строительной зоны. При этом поверхность воды в грунте приобретает воронкообразную форму, понижаясь уклоном к месту откачки.

Водопонижение позволяет:

1. снизить до минимума или полностью прекратить поступление грунтовых вод в выработку через забой или крепь;
2. Снять избыточные напоры, что предотвращает возможные разрушения основания выработки (когда лоток расположен в кровле напорного водоносного горизонта);
3. Стабилизировать грунты, обладающие свойствами плывунов путем их вакуумирования.

Для искусственного водопонижения возможно применение нескольких типов установок и оборудования: легких иглофильтровых установок ЛИУ, эжекторных иглофильтров, глубинных насосов, забойных иглофильтров, буровых колодцев при больших притоках[9].

Выбор конкретного способа водопонижения обуславливается следующими факторами:

- мощностью водоносного горизонта;
- физико-механическими свойствами грунтов;
- глубиной заложения сооружения;
- требуемой величиной понижения грунтовых вод.

Задача водопонижения заключается в соответствующем создании и поддержании на период строительства подземного сооружения требуемой зоны осушенных грунтов, что позволяет вести горнопроходческие работы в относительно благоприятных условиях.

Производство водопонизительных работ приводит к изменению не только физических свойств грунта, но и оказывает существенное влияние на их состояние и поведение в окружающем пространстве. Понижение уровня грунтовых вод приводит к уплотнению и увеличению прочностных характеристик грунта и в следствие этого увеличению давления грунта на подземные сооружения и к деформации поверхности. В большинстве случаев при относительно небольших понижениях уровня воды, поверхность понижается равномерно и не оказывает существенного влияния на работу сооружений. При больших понижениях уровня подземных вод осадка поверхности может оказаться весьма значительной.

В зависимости от геологических и гидрогеологических условий строительства различают три способа водопонижения: поверхностный, из подземных выработок и комбинированный.

Выбор способа водопонижения зависит от свойств и условий залегания грунта, условий питания подземных вод, водопроницаемости (коэффициента фильтрации) осушаемых пород, размеров осушаемой зоны в породах, мощности водоносного горизонта, характеристик технических средств водопонижения.

Наибольшее распространение получил поверхностный способ водопонижения. При этом в зависимости от типа и расположения водопонизительных устройств применяют линейную схему водопонижения, когда водопонизительные устройства располагают в один ряд по прямой линии; кольцевую, когда контур расположения водопонизительных устройств замкнут; контурную - при их расположении по контуру, огибающему сооружение; ярусную - при расположении водопонизительных устройств па нескольких уступах по глубине котлована.

Технология способа водопонижения

В данном случае принимаем однорядную линейную схему. Наиболее подходящими являются водопонизительные установки ЭИ-2,5 в сочетании с эжектонными иглофильтрами.

Всасывающий трубопровод укладывается на деревянные подкладки с уклоном от 0,01 до 0,02 от насоса, напорный распределительный трубопровод установок типа «ЭИ-2,5» укладывается на деревянные подкладки с уклоном от 0,001 от насоса, а водосборный на опорах с уклоном не менее 0,005 в сторону циркуляционного резервуара, зимой уклон трубопроводов должен быть не менее 0,05-0,02. Сборный трубопроводы водопонизительных установок укладываются с уклоном 0,001-0,002 от циркуляционных к ближайшему водосточному колодцу или водоему.

Сбросные трубопроводы укладываются с обратным уклоном (к насосу), если место сброса воды окажется выше поверхности, на которой установлены насосы и циркуляционные баки водопонизительных установок типа «ЭИ-2,5».

Тогда на линии напорного сбросного трубопровода требуется дополнительный насос для подъема воды на требуемую высоту. Подбирается в соответствии с проектом водопонижения количества и диаметром звеньев трубопроводов различного назначения. Проверяется все оборудование, устраняются имеющиеся повреждения. Материалы складируются на деревянных подкладках на стройплощадке в штабеля или раскладываются которого должна быть не менее веса отдельных звеньев прокладываемого трубопровода.

Сборка эжекторных иглофильтров

Перед монтажом эжекторных иглофильтровых установок «ЭИ-2,5» в скважины, пробуренные заранее станком УГБ-50м и укрепленные обсадными трубами, необходимо выполнить подготовительные работы.

Звенья внешней (фильтровой) колонны эжекторных иглофильтров подбирают так, чтобы была обеспечена проектная глубина заложения плюс 0.5 метра труб под поверхностью земли.

Количество и длина звеньев труб эжекторных иглофильтров для внутренней колонны подбирают так, чтобы верхний конец ее выступал на 0.8-1 м. над концом внешней колонны.

Для выполнения центировки эжекторных иглофильтров необходимо установить направляющие скобы.

Монтаж эжекторных иглофильтров в готовые скважины осуществляется следующим образом:

Перед спуском внешней колонны эжекторных иглофильтров в скважины насыпают песчано-гравийную обсыпку «подушкой» высотой 0,5 м.

Буровым станком с помощью стронов и хомутов производят спуск внешней колонны иглофильтров, собранный целиком или в несколько этапов, последовательно свинчивая собранные предварительно секции.

После погружения внешней колонны труб эжекторных иглофильтров в нее опустить внутреннюю по звеньям.

Песчано-гравийную обсыпку засыпают между стенной обсадной трубы и фильтровой колонной. Обсадную трубу извлекают.

Эксплуатация водопонизительной установки «ЭИ-2,5»

Перед пуском водопонизительной установки с циркуляционным баком смонтированный распределительный трубопровод необходимо промыть водой, под давлением в течении 50 минут. Перед этим мероприятием предварительно отключаются иглофильтры, а из кольцевых звеньев трубопровода снимаются заглушки[10].

Последовательность пуска установки:

- Циркуляционный бак заполняют водой.
- Краны на манометре закрываются, а отдушины открываются;
- Закрывают задвижной кран на напорной стороне насоса и вентили на иглофильтрах;
- Включают под напором в работу после заполнения водой напорного трубопровода, закрывают воздушные краны;
- Постепенно открываю задвижку на напорной стороне насоса до отказа;
- Включают манометр, проверяют давление;
- Последовательно включают иглофильтры (по 1-2 штуки) открывая вентили на распределительном трубопроводе. Если производительность установки после включения одного из иглофильтров не увеличилась, значит он неисправен. Обнаруженные неисправности устраняются.

При правильно смонтированных и справных фильтрах вода после нескольких часов откачки должна осветлиться.

Во избежание засорения эжектора (его сопла) вода для питания насоса должна быть чистой. Нижний конец устанавливается на расстоянии не менее 0,5 метра от боковых стенок циркуляционного бака. Эксплуатацию насосной станции (установки) производят круглосуточно.

Монтаж трубопроводов и подключение к иглофильтрам осуществляется следующим образом:

По линии намеченных створов для укладки всасывающих и распределительных трубопроводов устанавливаются обноски с постоянными визирками и шагом между ними 25-30 метров;

Звенья трубопроводов различного назначения укладывают подъемным краном вдоль намеченных створов в непосредственной близости от ряда эжекторных иглофильтров;

Трубопроводы монтируются на подкладках, располагаемых на расстоянии 3-4 метра;

Звенья трубопроводов водопонизительных установок соединяют между собой на фланцах с резиновыми прокладками или при помощи сварки;

Водосборный трубопровод установок типа «ЭИ-2.5» укладывают на опорах на 0,7-1 метрах выше распределительного, расстояние между опорами 3-5 метров.

На металлических трубопроводах различного назначения устанавливаются задвижки:

а) для сброса воды из них при установки насоса, особенно в зимнее время года;

б) для регулировки подачи воды от иглофильтров к насосу установок, если насос подключен в центре коллектора - две задвижки, если они являются напорными, в наиболее низком месте из насоса устанавливается одна задвижка;

в) при монтаже установки типа «ЭИ-2,5» задвижки устанавливают между насосом и распределительным трубопроводом и между насосом и циркуляционным баком для регулировки работы установки.

Трубопроводы после их монтажа продувают воздухом под давлением до 10 кг/см^2, которое не должно понижаться в течение 15 минут.

Иглофильтры установок присоединяют к всасывающему и распределительному трубопроводу с помощью инвентарных соединительных шлангов.

На штуцерах распределительного трубопровода устанавливают пробковые краны для последовательного включения эжекторных иглофильтров, а на штуцерах всасывающего трубопровода заглушки с резиновыми подкладками.

В случае перерыва в работе водопонизительных установок трубопроводы необходимо опорожнять от воды. Особенно это важно при наступлении морозов, во избежание образования ледяных пробок.

При эксплуатации трубопроводов в зимнее время для утепления оборудования принимают следующие меры:

а) всю водопроводную арматуру (задвижки, краны) всасывающего трубопровода иглофильтровых установок вместе с подземной частью

иглофильтров размещать в коробе с утеплительными стенами и крышкой обшитой водопроницаемыми материалами (толь, пергамин);

б) сбросные трубопроводы, проложенные на поверхности земли утеплить обмоткой теплоизоляционным и водонепроницаемым материалом;

в) устранить все подтекания в соединениях трубопроводах и водопроводной арматуры;

г) все трубопроводы оборудуют кранами для слива на случай остановки насосов.

Демонтаж трубопроводов осуществляется следующим образом: Трубопроводы различного назначения отсоединяют от иглофильтров циркуляционных баков и насосов.

При разборке трубопроводов подъемы и перемещения грузов весом более 50 кг, а также подъем их на высоту более трех метров должны быть механизированы.

Трубопроводы разбирают на звенья и снимают с них запорную арматуру.

Разобранные звенья, запорную арматуру и соединительные шланги осматривают, при наличии повреждений ремонтируют.

Расчет параметров водопонижения:

Таблица № 10. Исходные данные для расчета параметров водопонижения

Коэффициент фильтрации	К=4м\сут.
Мощность обводненных пород	Н=10,0 м.
Уровень водоносного горизонта от поверхности	Нг=5,0 м.
Глубина заложения лотка	Нл=18,0 м.

1) Величина радиуса влияния:

$$R = \sqrt{\frac{3Hkt}{\mu}} = \sqrt{\frac{3 \times 10 \times 4 \times 5}{0{,}15}} = 63{,}25 м$$

где H - мощность обводненных пород;

K- коэффициент фильтрации;

$\mu = 0{,}15$- коэффициент, зависящий от водоотдачи грунтов;

t – время откачки, суток

2) Значение дебита одной скважины Q_C и понижение уровня грунтовых вод на линии расположения скважин $h_Л$ (эжекторных иглофильтров) определяют путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} Q_C = 2q\sigma \\ h_{Л}^2 = h_C^2 + \frac{Q_C}{k} \cdot 0{,}73 \lg \frac{2\sigma}{\pi d_C}; \end{cases}$$

где $2\sigma = 2м$-расстояние между скважинами ;

$h_л$ - понижение уровня воды на линии расположения скважин;

$d_C = 0{,}7м$-диаметр фильтра.

$$q = K \cdot (H^2 - h_{\cdot}^2) / R,$$

$$q = \frac{4(10^2 - h_{\cdot}^2)}{63{,}25} = 0{,}06 \cdot (100 - h_{\cdot}^2) = 6 - 0{,}06h_{\cdot}^2$$

3) Дебит одного иглофильтра:

$$Q_c = 2 * (6 - 0.06h_л^2) = 12 - 0{,}12h_л^2$$

4) Уровень воды на линии скважин:

$$h_л^2 = 14^2 + \frac{12 - 0{,}12h^2}{4} * 0.73 \lg\left(\frac{2}{3.14 * 0.7}\right) = 24{,}8 \text{ м}$$

Следовательно, имеем:

$$q = 6 - 0{,}06h^2 = 4{,}51м$$

$$Q_c = 12 - 0{,}12 * 24{,}8 = 9{,}24 \text{ м}^3/\text{сут}$$

5) Расчет эжекторных водоподъемников:

$$Q_{\text{р}} = 0{,}65 d_0^2 \sqrt{\frac{H_{\text{н}} - H_{\text{в}}}{1 - 0{,}02 H_{\text{н}'} \cdot d_0^4}},$$

где d_0 - диаметр сопла эжектора, см;

$H_{\text{н}}$ = 23 м - расстояние по вертикали от сопла эжектора до точки излива;

$H_{\text{в}}$ = 1,8 м- величина вакуума.

$$Q_{\text{р}} = 0{,}65 \cdot 0{,}7^2 \sqrt{\frac{23 - 1{,}8}{1 - 0{,}02 \cdot 23 \cdot 0{,}7^4}} = 1{,}55 \text{ л/с}.$$

6) Определение напора рабочей воды:

$$h_P = 3(H_P + H_B) + 0{,}2 q_P H_П = 3(23 + 1{,}8) + 0{,}2 \times 1{,}55 \times 23 = 81{,}53 м$$

7) Расчет расхода рабочей воды:

$$Q_{\text{р}} = Q_{\text{р}} * n_{\text{н}} = 1.55 * 26 = 38.74 \text{ л/с}$$

8) Для подбора насоса определяем водоприток на 10 иглофильтров:

$$\Sigma Q_{\text{р}} = Q_{\text{р}} \cdot n_i = 1{,}55 \cdot 10 = 15{,}5 \text{ л/с},$$

9) Выбираем насос типа ЦНС-60-132, характеристики которого:

$\text{Н}_{\text{н}} = 99 \text{ м}$ – напор;

$Q_{\text{н}} = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$ –подача;

$N = 24 \text{ кВт}$ –мощность электродвигателя;

$m = 254 \text{ кг}$ – масса.

Таблица № 11. Техническая характеристика установки «ЭИ-2.5»

Наименование	Ед. изм.	Значение
Иглофильтр		
Диаметр	мм	63
Длина иглофильтровой части	м	1

Число коллекторов	шт	25
Эжектор		
Диаметр насадки	мм	7
Диаметр горловины	мм	14

Схема водопонижения представлена на демонстрационном листе № 5.

5.5. Проходка тоннеля ТПМК ⊘ 6,28 м с грунтопригрузом фирмы «Herrenknecht AG»

Исходя из данных горно-геологических и гидрогеологических условий первым вариантом проходки рассмотрим применение щита с закрытой головной частью с пригрузом забоя. Хорошим примером такого щита является ТПМК немецкой фирмы «Herrenknecht AG», D = 6,28 м. Щит с грунтовым пригрузом забоя и роторным рабочим органом состоит из ножевой, опорной и хвостовой частей. Он оснащён щитовыми домкратами с распределительным кольцом, конвейером с коротким загрузочным шнеком и радиальным блокоукладчиком, расположенным в хвостовой части.

Таблица 12. Технические характеристики применяемого щита

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
Длина щита		
Ножевая часть	мм	2420
Опорная часть	мм	1695
Хвостовая часть	мм	2775
Диаметр	мм	6280
Привод ротора		
Установленная мощность	кВт	800
Крутящий момент (макс.)	кНм	3600
Эректор		
Продольный ход	мм	1800

Грузоподъемность	т	5
Шнековый конвейер		
Диаметр	мм	700
Установленная мощность	кВт	200
Длина	мм	11800

Рабочий орган щита имеет форму конического барабана, обращённого широкой частью к забою. Торцевая часть барабана, обращённая к забою, перекрывается секторами лобового листа с центральной втулкой и жестко закреплёнными на барабане лучевыми балками с резцами. На центральной втулке насажены секторные створки, которые можно поворачивать с помощью гидродомкратов. Внутри барабанов имеются лопасти, передающие породу на конвейер, на противоположной стороне барабана - опорный подшипник с шестернёй внутреннего зацепления и гидромоторы для вращения барабана. Рабочая жидкость к гидроцилиндрам секторов подаётся через концевой распределитель на втулке. Во внутреннюю часть барабана введен шнек. Порода на шнек попадает с лопастей, размещённых внутри барабана.

Конструкция рабочего органа щита предусматривает два режима работы: со свободным выпуском грунта и с пригрузом (Рис. 5).

Принцип действия герметической щитовой машины с грунтопригрузом заключается в том, что в призабойной камере ее, благодаря интенсивному силовому перемешиванию, происходит изменение качества разработанного грунта, а именно повышение пластичности и понижение его проницаемости. В результате этого обеспечивается эффективное крепление забоя[11].

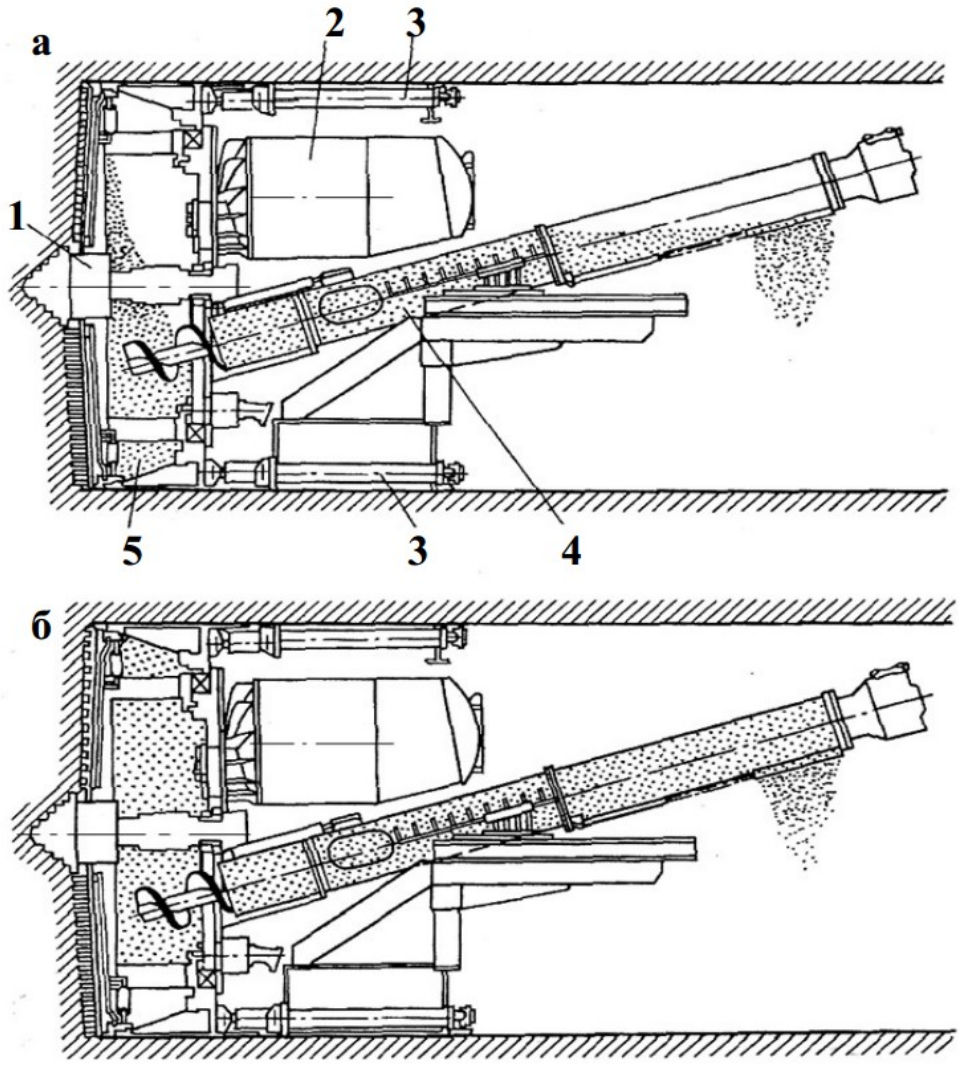


Рис. 5. Режимы работы щита с грунтовым пригрузом:
а – со свободным выпуском грунта; б – с пригрузом; 1 – рабочий орган щита; 2 – привод рабочего органа; 3 – гидродомкраты щита; 4 -шнековый конвейер; 5 – конический барабан рабочего органа

В качестве постоянной крепи принимается сборная железобетонная обделка, которая имеет наружный диаметр $D_н = 6{,}0\,м$ и внутренний диаметр $D_н = 5{,}4\,м$, толщина обделки составляет 0,3 м. Кольца обделки универсальные угловые, собираются с перевязкой швов на 1/2 блока. Обделка предназначена для сооружения тоннелей в сложных гидрогеологических условиях. Ширина кольца крепи- 1,2 метра.

Блоки в кольцевых стыках обделки могут быть соединены шпильками, которые вдавливают в пластмассовые дюбели, размещённые в отверстиях по кольцевому борту блоков или крепиться на болтах. Благодаря сочетанию такого соединения со шпоночным трапециевидным стыком «гребень-паз» достигается достаточная продольная жёсткость обделки.

Герметизация блочной обделки достигается за счёт обеспечения водонепроницаемости самих блоков и гидроизоляции стыков. Водонепроницаемость блоков достигается применением для их изготовления бетонов с заданной маркой по водонепроницаемости W, соответствующей ожидаемому гидростатическому давлению. Водонепроницаемость стыков обеспечивается также чеканкой кольцевых и радиальных швов специальными мастиками и установкой профильных герметизирующих уплотнений между блоками.

Чеканку швов выполняется специальным уплотняющим материалом-замазкой из водонепроницаемого расширяющегося цемента (ВРЦ), гипсоглиноземистого цемента или специальными безусадочными уплотняющими составами (БУС, СБС).

Сжимаемые профильные неопреновые элементы закрепляются в канавке, устроенной по всему периметру блока у его внешней поверхности. Герметичность обделки будет обеспечена за счёт сжатия профильного элемента между торцами блоков в период монтажа обделки. Этому будет способствовать также свойство материала разбухать под воздействием воды. Профильный элемент будет удерживаться в сжатом состоянии в течение всего срока эксплуатации сооружения. Кольца обделки с профильными элементами будут укладываться с перевязкой радиальных (продольных) стыков, что уменьшает риск нарушения герметичности обделки в стыках блоков.

Продольные торцы блоков имеют ровную поверхность, что обеспечивает централизованную передачу усилий от воспринимаемых нагрузок. Блоки в продольных торцах имеют по два гнезда для монтажных

шпилек, а в кольцевых бортах по три отверстия диаметром 24 мм для монтажных болтов. Эти отверстия могут использоваться также для подвески кабельных кронштейнов и оборудования. Замковые (ключевые) вкладыши при монтаже кольца заводятся с торца. Все блоки имеют фигурные отверстия для нагнетания раствора и для подъёма в процессе монтажа.

Технология щитовой проходки

Перед началом проходческих работ необходимо смонтировать щит, подготовить камеру и соорудить металлический упор для ввода щита в забой. Упорную раму устанавливают у противоположной стены камеры.

После завершения монтажа щита и оборудования, проводят проверку всей аппаратуры и приступают к вводу щита в забой.

Перемещение щита осуществляется отталкиванием от уложенных в шахте полуколец тоннельной обделки. Для предотвращения развала полуколец, в стволе устанавливают поддерживающие трубы. Каждый блок, кроме лоткового, должен быть подклинен в эти трубы. Первое кольцо обделки должно крепиться в упорную стену металлическими расстрелами. Убрать расстрелы разрешается после проходки не менее 25м тоннеля и нагнетания цементно-песчанного раствора за обделку.

После разработки забоя, грунт поступает на шнековый конвейер и далее на конвейер-перегружатель, с которого порода непосредственно загружается в неопрокидные вагонетки ёмкостью 2м^3 и далее откатывается электровозом в камеру.

Привезённые блоки обделки перегружаются на рольганг, по которому доставляются к блокоукладчику. В щите используется эректорный блокоукладчик. Основной несущей конструкцией укладчика является массивная портальная рама, размещаемая на рельсовом ходу. На раме находится привод, имеющий ось, расположенную параллельно оси тоннеля. На оси смонтирован массивный рычаг, поворачивающийся на 360° в вертикальной плоскости, на котором с одной стороны имеется на штоке

домкрата захват для блока, на другом - противовес. Таким образом размещённый на захвате блок в вертикальной плоскости перемещают как по часовой стрелке, так и против неё рычагом, а в радиальном направлении - штоком домкрата. Это позволяет доставлять блок для установки в любую точку по периметру сечения тоннеля.

Портальную раму за щитом перемещают домкратами.

Первым укладывают лотковый блок, затем поочерёдно блоки слева и справа. Замковый блок устанавливают по направлению, параллельному оси тоннеля.

Первичное нагнетание осуществляется как и в первом рассмотренном варианте. Контрольное нагнетание осуществляется цементно-песчаным раствором. Перед началом тампонажных работ, зазор между оболочкой щита и кольцом обделки конопатят. Одновременно конопатят продольные и кольцевые швы между блоками, закрывают пробками отверстия для нагнетания.

Растворонагнетатель размещают на технологической платформе за щитом. Нагнетание проводят по резиновым шлангам к наконечникам, вставляемым в тампонажные отверстия в блоках, в каждое кольцо от щита в направлении снизу вверх. При появлении раствора в тампонажных отверстиях блоков, наконечник устанавливают в следующее отверстие, а предыдущее закрывают специальной пробкой.

Для выдержки точных параметров и направления тоннеля необходимо маркшейдерское обеспечение. В случае отклонения, его выравнивают в течение нескольких передвижек за счёт щитовых домкратов, включаемых в определённом состоянии. Контроль за направлением движения щита сводится к определённому в проекте положению продольной оси тоннеля, профиле и плане. Для этого используется автоматический прибор на базе световых лучей.

Расчёт параметров проходческого цикла для щита с грунтопригрузом

Щит при проходке тоннеля продвигается каждый раз на величину заходки, равную шагу возведения постоянной крепи. Цикл включает следующие операции: разработку забоя и передвижку щита за один или несколько приёмов щитовыми домкратами, упирающимися в торец ранее возведённой постоянной крепи, а также обратный ход щитовых домкратов и возведение постоянной крепи. Устойчивость массива породы за щитом достигается своевременным нагнетанием цементно-песчаного раствора за сборную крепь.

Продолжительность проходческого цикла $T_ц$ при строительстве перегонного тоннеля щитовым способом в общем виде может быть определена из выражения:

$$T_ц = \begin{Bmatrix} t_р \\ t_{пер} \\ t_{погр} \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} t_{з.л.} \\ t_{кр} \\ t_{трансп} \end{Bmatrix} + t_{тамп} + t_{всп}$$

$t_р$ – время на разработку массива;

$t_{пер}$ – время на передвижку щита;

$t_{погр}$ – время на погрузку разработанной породы;

$t_{з.л.}$ – время на зачистку лотка тоннеля;

$t_{кр}$ – время на возведение блочной обделки;

$t_{трансп}$ – время на транспортировку породы и доставку элементов крепи;

$t_{тамп}$ – время на тампонаж закрепного пространства;

$t_{вспом}$ – время на вспомогательные работы, включающие наращивание рельсовых путей, навеску вентиляционного става, навеску силового кабеля и осветительного оборудования, и т.п.

Продвижение щита за цикл обычно равно ширине кольца обделки. В данном случае это расстояние составляет 1,2 метр.

1) Время на разработку массива:

$$t_{\text{р}} = \frac{b * f}{b_1 * \delta_p}$$

$b = 1{,}2$ м – ширина кольца обделки;

$f = 0{,}6$ – коэффициент крепости породы по шкале Протодьяконова;

$b_1 = 1{,}5$ – эмпирический коэффициент;

$\delta_p = 0.0435$ толщина срезаемой стружки.

$$t_{\text{р}} = \frac{1{,}2 * 0{,}6}{1{,}5 * 0{,}0435} = 20 \text{ мин}$$

2) В механизированных щитах ввиду совмещения операций по разрушению (резанию) грунта с передвижкой щита и погрузкой породы, при построении графика организации работ время на эти операции в расчет не принимается.

3) Время на зачистку лотка тоннеля $t_{\text{з.л.}} = 3 \div 10$ мин, т.к. работу по зачистке лотка выполняет один рабочий, принимаем $t_{\text{з.л.}} = 10$ мин

4) Время на возведение блочной обделки радиальным блокоукладчиком:

$$t_{\text{кр}} = Z_{\text{б}} * \left(\frac{1}{2n_x} + \frac{1{,}6h}{\vartheta_{\text{л}}} + t_{\text{б}} + t'_{\text{м}}\right) * k_{\text{ро}}$$

$K_{\text{ро}} = 1{,}3 \div 1{,}5$ – коэффициент неравномерности работы по возведению крепи;

$Z_б = 7$ – число блоков в кольце обделки;

$n_x = 1 \div 2$ об/мин – частота вращения блокоукладчика вокруг продольной оси;

$\vartheta_л = 2{,}5 \div 3$ м/мин – линейная скорость перемещения штока блокоукладчика;

$t_б = 1{,}5$ мин – время подачи и зацепки блока;

$h = 1{,}2 \div 1{,}4$ м – длина выдвижения штока домкрата блокоукладчика;

$t'_м = 2{,}5 \div 3$ мин – время монтажа одного блока

$$t_{кр} = 7 * \left(\frac{1}{2 * 1{,}5} + \frac{1{,}6 * 1{,}3}{2{,}5} + 1{,}5 + 3\right) * 1{,}4 = 40 \text{ мин}$$

5) Время на транспортировку породы и доставку элементов крепи:

$$t_{тр} = 2 * (t_п + t_г) + T_{тр} + T_м, \text{ где}$$

$t_п$ – время движения порожнего состава;

$$t_п = \frac{60 * L}{\vartheta_n}$$

где $L = 600$ м - максимальная длина пути;

$\vartheta_n = 4$ км/ч - скорость движения порожнего состава;

$$t_п = \frac{60 * 0{,}6}{4} = 9 \text{ мин}$$

$t_г$ – время движения груженого состава:

$$t_г = \frac{60 * L}{\vartheta_г}$$

где $\vartheta_г = 3$км/ч - скорость движения груженого состава;

$$t_г = \frac{60 * 0{,}6}{3} = 12 \text{ мин}$$

$T_{тр} = 2 \text{ мин} -$ время на разгон и торможение состава;

$T_м = 14 \text{ мин} -$ время на выполнение маневровых работ и на простой;

$$t_{тр} = 2 * (9 + 12) + 2 + 14 = 50 \text{ мин}$$

6) Время на тампонаж закрепного пространства:

$$t_{тамп} = \frac{V_р * K_н}{P_н} = \frac{\pi * \left(R_щ^2 - R_{об}^2\right) * b * K_н}{P_н}$$

где $V_р -$ необходимый объём раствора;

$K_н$ – коэффициент неравномерности ведения работ;

$P_н$ – мощность нагнетателя, м^3/ч;

$R_{обд}$ – внешний радиус обделки, м.

$$t_{тамп} = \frac{3{,}14 * (3{,}14^2 - 3^2) * 1{,}2 * 1{,}2}{1{,}5} = 15 \text{ мин}$$

7) В конце каждой смены двое рабочих осуществляют профилактический осмотр щита, который занимает 10 минут. Таким образом, продолжительность проходческого цикла согласно графику организации работ (демонстрационный лист № 6) составляет $T_ц = 110 \text{ мин}$.

8) Расчётная месячная скорость проходки перегонного тоннеля определяется по формуле:

$$\vartheta_{мес} = \frac{b * T * t_{раб}}{T_ц}$$

где b – длина заходки, м;

T – количество часов работы в сутки;

$t_{раб}$ – число рабочих дней в месяце;

$T_ц$ – продолжительность проходческого цикла, ч.

$$\vartheta_{мес} = \frac{1{,}2 * 24 * 22}{1{,}83} = 346{,}2 \text{ м/мес}$$

9) Сменная производительность щита:

$$\vartheta_с = \frac{b * t_{см}}{T_ц}$$

где $t_{см} = 7ч -$ продолжительность смены

$$\vartheta_с = \frac{1{,}2 * 7}{1{,}83} = 4{,}59 \text{ м/смена}$$

При проходке тоннеля при помощи данного щитового комплекса принята следующая организация работ:

Проходческий цикл начинается с доставки в забой двух блоковозок с блоками и 3 порожних вагонеток ёмкостью 2,0 м^3. Состав расцепляется, под транспортёр-перегружатель подаются порожние вагонетки и начинается разработка забоя, погрузка породы и передвижка щита. Продолжительность указанных операций составляет 20 минут. Эти операции выполняются 6 проходчиками. После этого 3 проходчика в течение 40 минут выполняют работы по разгрузке блоков и возведению крепи, а 3 других – работы по зачистке лотка, транспорту породы и доставке элементов крепи. После этого 3 проходчика осуществляют тампонаж закрепного пространства на протяжении 15 минут.

Одновременно с указанными операциями проходчики выполняют различные вспомогательные работы, таким образом, все перечисленные работы выполняются в течение всей смены. Кроме того, в конце каждой смены два проходчика осуществляют профилактический осмотр щита. На эту операцию графиком предусмотрено 10 минут.

В конце рассмотрим преимущества и недостатки этого щитового комплекса:

- ПРЕИМУЩЕСТВА:

1. Высокая надежность оборудования
2. Высокая скорость проходки
3. Высокая точность проходки
4. Высокая степень механизации работ
5. Отсутствие просадок земной поверхности

- НЕДОСТАТКИ:

1. Высокая стоимость работ
2. Высокая стоимость ТПК, комплектующих и оборудования
3. Сложность конструкции
4. Отсутствие отечественного производства материалов и комплектующих.
5. Невозможность непосредственного наблюдения за забоем во время работы щита.

Для доступа к забою приходится применять сжатый воздух, который подается в призабойную камеру и замещает там суспензию или разработанный грунт. Рабочие выходят к забою через шлюзовый аппарат, а крепление в забое осуществляется за счет избыточного давления сжатого воздуха в призабойной камере[12].

Щитовой комплекс представлен на демонстрационном листе № 6.

5.6. Расчет конструкции обделки

В качестве постоянной крепи принимаем сборную железобетонную обделку, которая имеет наружный диаметр $D_н = 6{,}0\,м$ и внутренний диаметр $D_н = 5{,}4\,м$, толщина обделки составляет 0,3 м. Кольца обделки универсальные угловые, собираются с перевязкой швов на 1/2 блока. Обделка сооружаетсяммеханизированным щитом фирмы «Herrenkneht».

Кольцо обделки состоит из 4 нормальных блоков с углом раскрытия 60°, двух смежных блоков с углами раскрытия 52,5° и одного ключевого блока трапециевидной формы с углом раскрытия 15°. Продольные стыки между блоками в кольце и кольцевые стыки - плоские с центрирующей контактной площадкой. Герметизация стыков осуществляется в одном уровне при помощи резиновых уплотнительных прокладок, вклеиваемых в пазы на торцах блоков.

В сборных обделках, собираемых с перевязкой колец, смещенное взаимное положение продольных стыков в смежных кольцах приводит к различным деформациям в общих узлах от воздействия горного давления. При продольном обжатии за счет разности деформаций в распределительных прокладках кольцевого стыка появляются поперечные усилия, воздействующие на кольца в противоположных направлениях. Таким образом, увеличивается продольная жесткость тоннеля, а статическая работа сборной обделки с перевязкой колец приближается к работе монолитной обделки.

Определение нагрузок на обделку перегонного тоннеля

На обделку тоннеля действуют вертикальные нагрузки от собственного веса конструкций, давления расположенных выше слоев грунта, а также горизонтальное давление грунтового массива, определяется по СП 120.13330.2011 «Метрополитены». Кроме того, следует учесть давление от автомобильной нагрузки (АК) и подвижного состава железных дорог (СК).

Постоянные нагрузки:

1. Нагрузка от горного давления:

Определяем нормативное горное давление от толщи вышележащих пород:

$$q^n = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \cdot H_i$$

$$p^n = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i \cdot H_i \cdot tg^2(45^\circ - \frac{\varphi^n}{2})$$

где γ_i – удельный вес грунтов соответствующих слоев напластований, кН/м^3;

H_i – толщина слоев напластований над выработкой, м;

n – число слоев напластований;

φ – угол внутреннего трения грунтового массива в пределах сечения тоннельной обделки

Над тоннелем на участке с наиболее сложными горно-геологическими условиями расположены следующие грунты: насыпной грунт, песок средней крупности и песок мелкий глинистый, имеющие следующие характеристики:

- объемный вес $\gamma_1 = 17{,}0\ \frac{кН}{м^3};\ \gamma_2 = 17{,}3\frac{кН}{м^3};\ \gamma_3 = 17{,}8\frac{кН}{м^3}$
- угол внутреннего трения $\varphi_1 = 27°;\ \varphi_2 = 31°;\varphi_3 = 29°$
- мощность $H_1 = 2{,}6$ м; $H_2 = 8{,}0$ м; $H_3 = 1{,}4$ м.

Таким образом, вертикальное давление будет равно:

$$q^n = 17 * 2{,}6 + 17{,}3 * 8 + 17{,}8 * 1{,}4 = 187{,}32\ \frac{кН}{м^2}$$

Горизонтальное давление грунта:

$$p^n = 17 * 2{,}6 * tg^2\left(45° - \frac{27}{2}\right) + 17{,}3 * 8 * tg^2\left(45° - \frac{31}{2}\right) + 17{,}8 * 1{,}4 * tg^2\left(45° - \frac{29}{2}\right) =$$

$$= 16{,}6 + 49{,}42 + 9{,}62 = 69{,}64\ \frac{кН}{м^2}$$

Расчетные нагрузки:

$$q = \gamma_f \cdot q^n$$

$$p = \gamma_f \cdot p^n$$

где $\gamma_f = 1{,}1$ – коэффициент надёжности по нагрузке от веса вышележащей толщи в ненарушенном массиве

$$q = 1{,}1 * 187{,}32 = 206\ \frac{кН}{м^2}$$

$$p = 1{,}1 * 59{,}64 = 76{,}6\ \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$$

2. Нагрузка от собственного веса конструкции:

Собственный вес конструкции принимается как распределенная по пролету выработки нагрузка и суммируется с расчетной нагрузкой от вертикального горного давления.

Для обделки круглого очертания нагрузка от собственного веса равна:

$$q_{с.в.} = \gamma_f \cdot \gamma_б \cdot \frac{\pi \cdot (D_н^2 - D_{вн}^2)}{4 \cdot D_н}$$, где

$\gamma_б = 25\frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$ – удельный вес ж/б обделки;

$D_н = 6$ м – наружный диаметр обделки;

$D_{вн} = 5{,}4$ м – внутренний диаметр обделки;

$$q_{с.в.} = 1.1 \cdot 25 \cdot \frac{3.14 \cdot (6^2 - 5.4^2)}{4 \cdot 6} = 21.6 \frac{kH}{м^2}$$

Временные нагрузки:

1. При движении транспорта поперек сооружения нормативное вертикальное давление от подвижного состава железных дорог СК может быть найдено по формулам:

$$p_v^n = \frac{103}{1{,}35 + H * tg\theta}$$

$$\theta = 45 - \frac{\varphi_{ср}^n}{2}$$

$\varphi_{cp}^{n} = \frac{\sum \varphi_i \cdot H_i}{H_i} = \frac{27 \cdot 2.6 + 31 \cdot 8 + 29 \cdot 1.4}{12} = 30^{\circ}$ - среднее значение угла внутреннего трения пород.

Следовательно, $\theta = 45 - \frac{30}{2} = 30^{\circ}$

$$p_v^n = \frac{103}{1{,}35 + 12 * tg30°} = 10{,}44 \ \frac{кН}{м^2}$$

Расчетная вертикальная нагрузка определяется с учетом коэффициента надежности для СК - $\gamma_f = 1{,}3$:

$$P_v = \gamma_f * p_v^n = 10{,}44 * 1{,}3 = 13{,}47 \ \frac{кН}{м^2}$$

Расчетная горизонтальная нагрузка будет равна:

$$p_г = p_v \ * tg^2 30° = 4{,}85 \ \frac{кН}{м^2}$$

2. Временная вертикальная нагрузка от наземного транспорта с учетом, что трасса тоннеля пересекает только внутрихозяйственные дороги (АК-8):

$$p_v^n = \frac{0{,}98К}{2{,}5 + 2а} + \frac{19{,}62К}{(2{,}5 + 2а)(1{,}7 + 2а)}$$

$$a = 6tg\left(45° - \frac{30°}{2}\right) = 3{,}46$$

На внутрихозяйственных дорогах К$= 8$ т, следовательно:

$$p_v^n = \frac{0{,}98 * 8}{2{,}5 + 2 * 3{,}46} + \frac{19{,}62 * 8}{(2{,}5 + 2 * 3{,}46)(1{,}7 + 2 * 3{,}46)} = 2{,}27 \ \frac{кН}{м^2}$$

Расчетная временная вертикальная нагрузка:

$$p_v = 1{,}2 * 2{,}27 = 2{,}72 \ \frac{кН}{м^2}$$

Расчетная горизонтальная нагрузка будет равна:

$$p_г = p_v \ * tg^2 30° = 1{,}1 \ \frac{кН}{м^2}$$

<u>Полная расчётная нагрузка на обделку перегонного тоннеля:</u>

При определении расчетных нагрузок на обделку, нормативные нагрузки также необходимо умножать на соответствующий коэффициент

надежности по нагрузкам, который для первого повышенного уровня ответственности принимается $\gamma_n = 1{,}1$.

1. Вертикальная равномерно распределенная:

$$q = \gamma_n(q_г + q_{св.} + q_{вр}) = 1{,}1 * (206 + 21{,}6 + 13{,}47 + 2{,}72) = 236{,}21 \ \frac{кН}{м^2}$$

2. Полная горизонтальная нагрузка:

$$p = \gamma_n(p_г + p_{вр.}) = 1{,}1 * (76{,}6 + 4{,}85 + 1{,}1) = 82{,}5 \ \frac{кН}{м^2}$$

Определение внутренних усилий

Рассмотрим расчетную схему конструкции в виде упругого кольца, загруженного равномерно распределенной вертикальной q и горизонтальной P нагрузкой[14]:

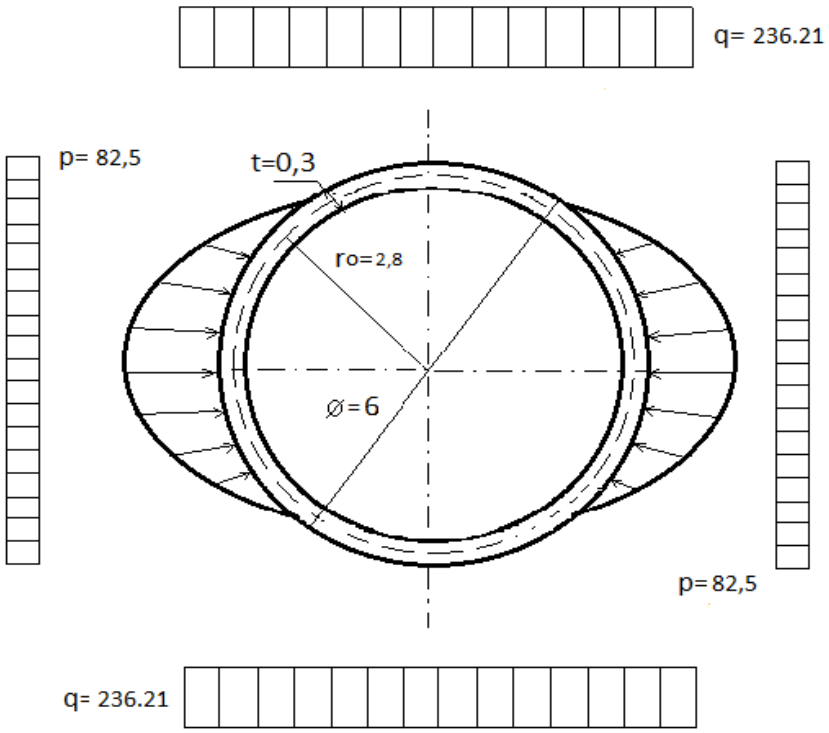


Рис. 6. Расчетна схема

Определяем внутренние усилия в ж/б обделке тоннеля при следующих исходных данных: вертикальная нагрузка $q = 236{,}21 \ кН/м^2$, горизонтальная _ $P = 82{,}5 \ кН/м^2$, толщина обделки $t = 0{,}3 \ м$, радиус осевой линии:

$$r_0 = r - {}^{t}/_{2} = 3 - \frac{0,3}{2} = 2,8 \text{ м}$$

1. Определяем $\overline{M_\psi^a}$ и $\overline{N_\psi^a}$ (единичные усилия) от активной нагрузки в интервале $0° \le \psi \le 180°$ с шагом $\Delta\psi = 15°$ при $q = 1$ кН/м^2; $r_0 = 1$ м; $b = 1$ м. Результаты расчетов сводим в таблицу № 13 (строки 1-2).

$$\overline{M_\psi^a} = -\frac{r_0^2 * q * (1-\omega)\cos 2\psi}{4} * b$$

$$\overline{N_\psi^a} = r_0 * q * (sin^2\psi + \omega * cos^2\psi) * b$$

где $\omega = \frac{P}{q} = \frac{82,5}{236,21} = 0,37;$

b = 1 м – длина рассматриваемого участка выработки.

2. Вычисляем коэффициент упругого отпора породы:

$$К_п = \frac{Е_п}{r(1+\mu_п)(3-4*\mu_п)}$$

где r – наружный радиус крепи (обделки);

$Е_п = 25$ МПа – модуль деформации;

$\mu_п = 0,31$ – коэффициент Пуассона пород, вмещающих выработку.

$$k_п = \frac{25}{3(1+0,31)(3-4*0,31)} = 3,61 \frac{\text{МН}}{\text{м}^3}$$

3. Момент инерции сечения при b = 1 м и t = 0,3 м:

$$J = \frac{bt^3}{12} = 2,25 * 10^{-3} \text{ м}^4$$

4. Показатель гибкости системы «крепь - породный массив»:

$$П = \frac{k_п * r^4 * b}{18 * E * J + 1,16 * r^4 * k_п * b_1}$$

где $b_1 = b$ – участок крепи, через который передается отпор породы;

$E = 3,6 * 10^4$ – модуль упругости бетона класса В40

$$П = \frac{3,61 * 3^4 * 1}{18 * 3,6 * 10^4 * 2,25 * 10^{-3} + 1,16 * 3^4 * 3,61 * 1} = \frac{292,41}{1797,2} = 0,082$$

5. Определяем внутренние усилия $\overline{M_\psi^{от}}$ и $\overline{N_\psi^{от}}$ при $q = 1\,кН/м^2$; $r_0 = 1\,м$; $b = 1\,м$. Результаты заносим в таблицу (строки 3 и 4).

- На участках $\frac{7\pi}{4} \leq \psi \leq \frac{\pi}{4}$; $\frac{3\pi}{4} \leq \psi \leq \frac{5\pi}{4}$

$$\overline{M_\psi^{от}} = -0{,}33 * П * r_0^2 * q * b_1 * (1 - 1{,}42\cos\psi)$$

$$\overline{N_\psi^{от}} = 0{,}47 * П * r_0 * q * b_1 * \cos\psi$$

- На участках $\frac{\pi}{4} \leq \psi \leq \frac{3\pi}{4}$; $\frac{5\pi}{4} \leq \psi \leq \frac{7\pi}{4}$

$$\overline{M_\psi^{от}} = 0{,}47 * П * r_0^2 * q * b_1 * (\sin\psi + 0{,}71 * \cos 2\psi - 0{,}71)$$

$$\overline{N_\psi^{от}} = 0{,}47 * П * r_0 * q * b_1 * (\sin\psi + 0{,}71 * \cos 2\psi)$$

6. Суммируя соответственно строки 1 и 3, а так же 2 и 4, получим единичные изгибающие моменты $\overline{M_\psi}$ (строка 5) и нормальные силы $\overline{N_\psi}$ (строка 6).

7. Реальные усилия:

$$M_\psi = q * r_0^2 * \sum \overline{M_\psi}$$

$$N_\psi = q * r_0 * \sum \overline{N_\psi}$$

Окончательные результаты расчета приведены в строках 7 и 8 и графически представлены на демонстрационном листе №7.

Таблица №13. Единичные усилия

№	Внутренние усилия	Интервал изменения ψ, град						
		0	15	30	45	60	75	90
		180	165	150	135	120	105	
1	$\overline{M_{\psi}^{a}}$	-0.158	-0.137	-0.079	0	0.079	0.137	0.158
2	$\overline{N_{\psi}^{a}}$	0.37	0.412	0.528	0.685	0.843	0.958	1,0
3	$\overline{M_{\psi}^{om}}$	0,011	0,010	0,006	0	-0.008	-0.014	-0.016
4	$\overline{N_{\psi}^{om}}$	0,039	0,037	0,033	0,027	0,019	0,014	0,011
5	$\overline{M_{\psi}}$	-0.147	-0.127	-0.073	0	0.071	0.122	0.142
6	$\overline{N_{\psi}}$	0.409	0.449	0.561	0.712	0.862	0,972	1.011
7	M_{ψ}, кН·м	-158.35	-136,04	-79,18	0	74,78	128,49	149,56
8	N_{ψ}, кН	270,5	296,96	371,03	470,9	570,11	642,86	668,65

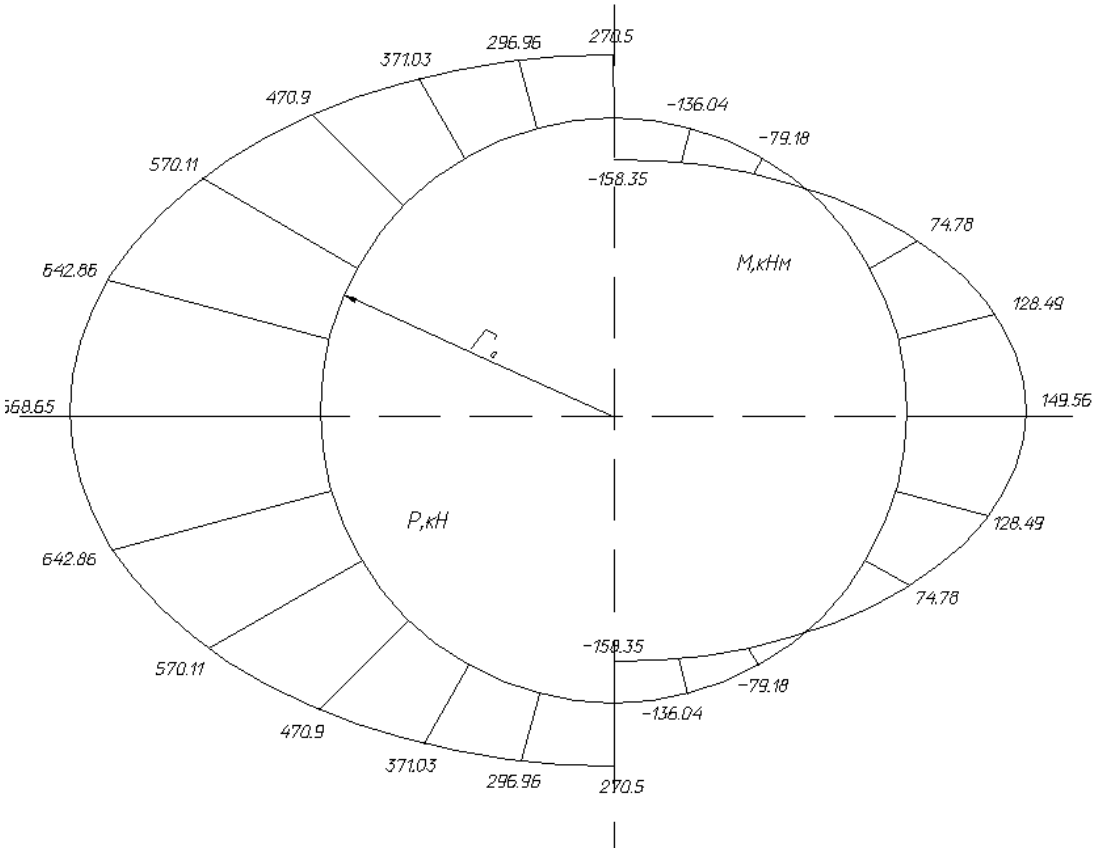


Рис. 7. Эпюры продольных сил и изгибающих моментов

Проектирование сечений обделок и крепей. Определение расхода материала

Проверим прочность наиболее нагруженного сечения при $\psi = \frac{\pi}{2}$, где действуют усилия $M_\psi = 149{,}56$ кН $*$ м, $N_\psi = 668{,}65$ кН.

1. Блок рассматриваем как двухшарнирную арку, с длиной дуги по средней линии:

$$S = \frac{2\pi r_0}{6} = \frac{6{,}28 * 2{,}8}{6} = 2{,}93 \text{ м.}$$

Расчетная длина блока:

$$l_0 = 0{,}54S = 0{,}54 \cdot 2{,}93 = 1{,}58 \text{ м.}$$

2. Определяем эксцентриситет

$$e_0 = \frac{M_\psi}{N_\psi} + e_a = \frac{149{,}56}{668{,}65} + 0 = 22{,}36 \text{ см}$$

где e_a- случайный эксцентриситет, который для статически не определимых систем равен 0.

3. Определяем гибкость полукольца обделки:

$$\lambda = \frac{l_0}{i}$$

$i = \sqrt{\frac{I_b}{A_b}}$ – радиус инерции сечения, где I_b и A_b – соответственно момент инерции и площадь поперечного сечения;

Площадь поперечного сечения блока рассчитывается по формуле:

$$A_b = b * t = 1{,}2 * 0{,}3 = 0{,}36 \text{ м}^2$$

где b и t соответственно ширина и толщина блока;

Таким образом, радиус инерции сечения будет равен:

$$i = \sqrt{\frac{2{,}25 * 10^{-3}}{0{,}36}} = 0{,}079$$

Следовательно, гибкость полукольца обделки будет равна:

$$\lambda = \frac{1{,}58}{0{,}079} = 20 > 14,$$

что свидетельствует о необходимости учета продольного изгиба:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

где N_{cr} – условная критическая сила, определяемая из выражения:

$$N_{cr} = \frac{2 * E_b * J}{l_0^2} = \frac{2 * 3{,}6 * 10^4 * 10^3 * 2{,}25 * 10^{-3}}{1{,}58^2} = 6{,}5 * 10^4 \text{ кН}$$

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{668{,}65}{6{,}5 * 10^4}} = 1$$

4. Общий коэффициент армирования:

$$\mu_0 = \frac{A_s + A_s'}{A_b} = \frac{11{,}30 + 20{,}10}{100 \cdot 36} = 0{,}0181$$

5. Эксцентриситет с учетом коэффициента продольного изгиба:

$$e_0 * \eta = 22{,}36 * 1 = 22{,}36 > 0{,}9\frac{t}{2} = 13{,}5$$

т.е. имеем случай больших эксцентриситетов. С учетом этого прочность сечения проверяем по растягивающим напряжениям из условия:

$$N = 668{,}65 > \frac{1{,}75\gamma_{b2} * R_{bt} * t * b}{\frac{6e_0\eta}{t} - 0{,}8} = 304{,}16$$

что свидетельствует о недостаточной несущей способности обделки при t = 30 см. В этом случае ее необходимо усилить арматурой.

<u>Необходимые параметры для проверки несущей способности:</u>

- Блоки выполнены из бетона класса В40, толщиной t = 0,3 м и шириной b = 1,2 м, при этом R_b = 22 МПа R_{bt} = 1,4 МПа
- Блоки армированы арматурой класса А-500 с Rs=435 МПа и Rsc=400 МПа и модулем упругости $E_s = 2{,}0 * 10^5$ МПа.
- Блок армирован по внутренней стороне:

$$As = 201{,}1 \text{ мм}^2 - 10\varnothing16 \text{ А-500}$$

- Блок армирован по внешней стороне:

$$A_s' = 113{,}1 \text{ мм}^2 - 10\varnothing12 \text{ А-500}$$

- Толщина защитного слоя:

  - по сжатой арматуре a' = 35 мм;

  - по растянутой арматуре a = 38 мм.

1. Расстояние от точки приложения силы N до равнодействующей усилий в растянутой арматуре A_S:

$$e = e_0\eta + \frac{h_0 - a'}{2} = 35{,}46 \text{ см}$$

где $h_0 = t - a = 26{,}2$ см – рабочая высота сечения конструкции

2. Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона:

$$\xi_R = \frac{0{,}8}{1 + \frac{R_s}{700}} = \frac{0{,}8}{1 + \frac{435}{700}} = 0{,}493$$

3. Относительная высота сжатой зоны бетона от действия внешних нагрузок:

$$\xi = \frac{N + \gamma_S\left(R_S A_S - R_{SC} A_S^{/}\right)}{\gamma_{b2} R_b b t_0}$$

где $\gamma_{b2} = 0{,}9$, $\gamma_s = 0{,}9$ – коэффициенты условий работы

$$\xi = \frac{668{,}65 + 0{,}9 \cdot (435 \cdot 20.1 - 400 \cdot 11.3) \cdot 10^3 \cdot 10^{-4}}{0{,}9 \cdot 22 \cdot 10^3 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}262} = 0{,}158$$

Так как $\xi < \xi_R$, имеем случай больших эксцентриситетов.

4. Определяем параметр:

$$A_0 = \xi_R(1 - 0{,}5\xi_R) = 0{,}493 \cdot (1 - 0{,}5 \cdot 0{,}493) = 0{,}37$$

5. Проверяем несущую способность обделки:

$$N \cdot e = 668{,}65 \cdot 0{,}355 = 287{,}37 \text{ кНм} < \gamma_{b2} A_0 R_b b {h_0}^2 + \gamma_S R_{SC} A'_S (h_0 - a') =$$

$$= 0{,}9 \cdot 0{,}37 \cdot 22 \cdot 10^3 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}262^2 + 0{,}9 \cdot 40 \cdot 10^4 \cdot 11{,}3 \cdot 10^{-4} \cdot (0{,}262 - 0{,}035) =$$
$$= 595{,}8 \text{ кНм},$$

Таким образом, несущая способность в наиболее нагруженном сечении при $\psi = \frac{\pi}{2}$ обеспечена с большим запасом, что является обоснованием для

применения этих блоков в обделке перегонного тоннеля при данных горно-геологических условиях.

5.7. Выводы по специальной части

Сравнивая два щита для строительства перегонного тоннеля – щит «Herrenkneht AG» Ø 6.28 м и щит КМ42-М1 Ø 5,684 м совместно с водопонижением грунтов, получаем следующие результаты (лист №8):

1. По расчету параметров проходческого цикла и производительности, скорость щита Herrenkneht Ø 6,28 м составляет 346,2 м/мес., а щита КМ42-М1 Ø 5,684 составляет 155,52 м/мес.

2. Получается, что щит Herrenkneht Ø 6,28 м обыгрывает в скорости проходки на 190,68 м/мес., то есть более чем в два раза. Данный результат щита Herrenkneht достигается за счет совмещения операций по разработке, погрузке породы с операцией передвижка щита, в то время как в щите КМ42-М1 Ø 5,684 эти операции совмещены частично.

Раздел 6. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА

6.1. Контроль качества строительства

Перед любым предприятием, выпускающим, строительную продукцию, стоят задачи по обеспечению ее качества. Под качеством продукции понимают совокупность свойств и параметров, определяющих ее пригодность к употреблению по назначению.

Для подземного строительства особенно важное значение имеет технический контроль качества, под которым понимают проверку

соответствующих процессов, от которых зависит качество продукции. Технический контроль подразделяют на:

- входной контроль, осуществляемый на основе стандарта предприятия (СТП), поставляющие комплектующие изделия, сырье, материалы, а, возможно, и готовую продукцию;
- операционный контроль, который ведется непосредственно в процессе изготовления продукции, на основании карт пооперационного контроля каждого процесса;
- приемочный контроль – это контроль готовой продукции, решение о пригодности конструкции.

Высокое качество, надежность сооружения должны обеспечиваться строительными организациями путем осуществления комплекса технических, экономических и организационных мер контроля на всех стадиях создания строительной продукции. Контроль качества строительно-монтажных работ должен осуществляться специальными службами, создаваемыми в строительных организациях и оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля.

Производственный контроль должен осуществляться аккуратно и включает в себя:

- входной контроль рабочей документации, конструкций, материалов и оборудования;
- пооперационный контроль отдельных строительных процессов или производственных операций.

При входном контроле рабочей документации должна производиться проверка ее комплектности и достаточности содержащейся в ней информации для производства работ. Одним из основных элементов входного контроля является стандарт предприятия.

Операционный контроль должен осуществляться в ходе выполнения процессов при производственных операциях и обеспечить своевременное

выявление дефектов и принятие мер по их устранению и предупреждению. При операционном контроле следует проверять соблюдение технологии выполнения строительно-монтажных работ, соответствие выполняемых работ чертежам, строительным нормам, правилам и стандартам.

Основные документы: СП; технологические карты; схемы операционного контроля качества в составе технологических карт, которые должны содержать эскизы конструкций с указанием допустимых отклонений в размерах, перечень операций или процессов, контролируемых производителем работ с участием строительных лабораторий, геодезической и других служб контроля, данные о составе, сроках и способе контроля.

При приемочном контроле необходимо производить проверку качества выполняемых работ, а также возведенных конструкций. Работы подлежат освидетельствованию с составлением актов (в установленной форме). Ответственные конструкции, по мере их готовности, подлежат приемке в процессе строительства (с участием представителя проектной организации).

Управление качеством строительно-монтажных работ осуществляется строительными организациями и включает в себя совокупность мероприятий, методов и средств, направленных на обеспечение соответствия качества строительно-монтажных работ и законченных объектов требованиям нормативных документов и проектной документации.

На всех стадиях, с целью проверки ранее выполненного производственного контроля, должен выборочно осуществляться инспекционный контроль. По результатам производственного и инспекционного контроля должны разрабатываться мероприятия по устранению выявленных дефектов. При этом учитываются также требования авторского надзора проектных организаций и органов государственного надзора и контроля.

Стандарт предприятия.

«Ограждение территории строительной площадки и административно-бытовых комплексов»

СТП – 05 – 2

Стандарт предприятия.

«Ограждение территории строительной площадки

и административно-бытовых комплексов»

Утверждаю

Директор СУ-_____

_____

Вводится впервые

Ограждение территории строительной площадки и административно-бытовых комплексов:

1. Строительная площадка, расположенная вне населенного пункта ограждается сигнальными ограждениями, а расположенная на городской территории или действующего предприятия – защитными ограждениями, по высоте и сплошности, удовлетворяющими требованиям ГОСТ 23407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия». (Приложение 1).

2. Состояние и внешний вид ограждений должно систематически проверяться ответственными производителями работ по объекту и приводиться в порядок по замечаниям местной администрации.

3. Ограждения не должны иметь проёмов, кроме ворот и калиток, контролируемых специализированной службой охраны Главмосстроя, в течение рабочего времени и запираемых после окончания всех видов работ.

4. Зоны въезда и выезда на строительный объект оборудуются воротами.

Проемы ворот должны соответствовать габаритам применяемых транспортных средств в загруженном состоянии и иметь свободные проходы в обе стороны от этих габаритов размером по ширине не менее 0,6 м.

На территории строительства площадью 5 га и более должно быть не менее двух въездов с противоположных сторон площадки. Ворота для въезда

должны быть шириной не менее 4 м.

5. Секции ограждения выполняются из металлического уголка и штукатурной (или дорожной) сетки с ячейкой от 50 мм.

Столбы ограждения и металлический уголок окрашиваются в красный цвет, сетка - в белый.

Конструкция ограждения, примыкающего к местам массового прохода людей, оборудуется сплошным защитным козырьком.

Ограждения должны быть сборно-разборными с унифицированными элементами, соединениями и деталями крепления. Технологические допуски геометрических параметров элементов ограждений должны соответствовать ГОСТ 21779-76.

Высота панелей ограждений должна быть:

- защитно-охранных (с козырьком и без козырька) ограждений территорий строительных площадок - 2,0 м;
- -защитных (без козырька) ограждений территорий строительных площадок – 1,6 м;
- то же, с козырьком - 2,0 м.

Панели ограждений должны быть прямоугольными. Длина панелей должна быть не более 6 м.

В ограждениях должны предусматриваться выполняемые по типовым проектам калитки для прохода людей.

6. В целях безопасности пешеходов в местах близкого размещения строящихся или реконструируемых объектов от пешеходной зоны над ограждением должен быть установлен защитный козырек, выдерживающий прямое падение предмета массой 5 кг с высоты максимальной отметки строящегося объекта, а на тротуаре - настил для пешеходов, оборудованный перилами, устанавливаемыми со стороны движения транспорта.

Козырьки и тротуары ограждений должны изготовляться в виде отдельных панелей прямоугольной формы. Длина панелей козырьков и тротуаров должна быть кратна длине панелей ограждений.

Защитный козырек должен устанавливаться по верху ограждения с подъемом к горизонту под углом 20 град, в сторону тротуара или проезжей части.

Панели козырька должны обеспечивать перекрытие тротуара и выходить за его край (со стороны движения транспорта) на 50-100 мм.

Козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов.

Конструкция панелей тротуара должна обеспечивать проход для пешеходов и иметь ширину не менее 1,2 м.

Конструкция панелей козырьков и тротуаров должна обеспечивать сток воды с их поверхностей в процессе эксплуатации.

7. Тротуары ограждений, расположенных на участках примыкания строительной площадки к улицам и проездам, должны быть оборудованы перилами, устанавливаемыми со стороны транспорта. Зазоры в настилах тротуаров допускаются не более 5 мм.

Конструкция перил должна состоять из стоек, прикрепленных к верхней части ограждения и козырьку, а также поручня и промежуточного горизонтального элемента, расположенных соответственно на высоте 1,1 и 0,5 м от уровня тротуара. Поручни должны крепиться к стойкам с внутренней стороны.

8. Способ соединения элементов ограждения должен обеспечивать удобство их монтажа, демонтажа, прочность при эксплуатации, возможность и простоту замены при ремонте.

Конструкция крепления элементов ограждения должна обеспечивать возможность установки его на местности, имеющей уклон до – 10 % по линии установки ограждения. Элементы деревянных ограждений, соприкасающиеся с грунтом, должны быть антисептированы. Металлические детали соединений и креплений должны иметь антикоррозийную защиту.

9. Ограждения строительных площадок и мест разрытия должны иметь опрятный внешний вид: очищены от грязи, промыты, не иметь проемов,

поврежденных участков, отклонений от вертикали, посторонних наклеек, объявлений и надписей.

Ограждения и их конструкции должны быть окрашены красками, устойчивыми к неблагоприятным погодным условиям, а при повторном использовании – отремонтированы и окрашены заново.

10. Ограждение строительного объекта в зоне расположения въездных ворот или центрального прохода на строительную площадку оборудуется информационным щитом «Паспорт строительства» (Приложение 2) с нанесенной на нем информацией:

- Логотип строительной организации.
- Адрес и наименование строящегося объекта.
- Наименование заказчика.
- Наименование генподрядных организаций.
- Фамилия, имя и отчество руководителя проекта, прораба.
- Наименование проектировщика.
- Срок начала и окончания строительства.
- Графические изображения строящегося здания или фотографии исторического места, на котором ведется строительство (если строительство осуществляется в исторической части города).

11. В зоне расположения въездных ворот на строительную площадку должна быть установлена схема с указанием строящихся и мобильных зданий и сооружений, въездов, подъездов, местонахождения водоисточников, средств пожаротушения и связи, а также вывешены знаки ограничения скорости движения автотранспорта вблизи мест производства работ до 10 км/час на прямых участках и 5 км/час на поворотах.

Приложение 1

ОГРАЖДЕНИЯ ИНВЕНТАРНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК ГОСТ23407-78

Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ.

Технические условия

(Извлечения)

Настоящий стандарт распространяется на инвентарные ограждения, предназначенные дня выделения территорий строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ.

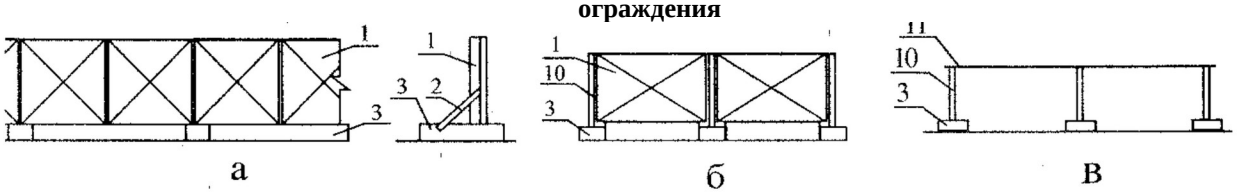
Стандарт не распространяется на инвентарные ограждения:

- предназначенные для предотвращения падения людей с высоты при возведении различных зданий и сооружений;
- устанавливаемые для выделения зон строительства, охраняемых по условиям специального режима.

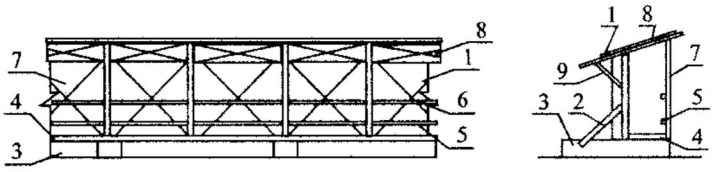
Ограждения по исполнению подразделяются на ограждения с доборными элементами: защитным козырьком, тротуаром, перилами, подкосами (черт. 1) и ограждения без доборных элементов.

СХЕМЫ ОГРАЖДЕНИЯ

Панельные ограждения **Панельно-стоечные ограждения** **Стоечные ограждения**



Ограждения с доборными элементами



Черт. 1

1 – панель ограждения; 2 – подкос панели; 3 – опора (лежень); 4 – панель тротуара; 5 –горизонтальный элемент перил; 6 – поручень; 7 – стойка перил; 8 – панель козырька; 9 –подкос козырька; 10 – стойка ограждения; 11 – пеньковый или капроновый канат,

проволока

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1.1. Ограждения должны соответствовать требованиям настоящего стандарта и рабочих чертежей, утвержденных в установленном порядке, а также утвержденным образцам (эталонам).

2.1.2. В ограждениях должны предусматриваться выполняемые по типовым проектам ворота для проезда строительных и других машин и калитки для прохода людей.

2.2. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ

2.2.1. Ограждения должны быть сборно-разборными с унифицированными элементами, соединениями и деталями крепления.

2.2.2. Высота панелей должна быть:

защитно-охранных (с козырьком и без козырька) ограждений территорий строительных площадок – 2,0 м;

защитных (без козырька) ограждений территорий строительных площадок – 1,6 м;

то же, с козырьком – 2,0 м;

защитных ограждений участков производства работ – 1,2 м.

Высота стоек сигнальных ограждений должна быть – 0,8 м.

2.2.3. Панели ограждений должны быть прямоугольными. Длина панелей должна быть 1,2; 1,6; 2,0 м. Расстояние между стойками сигнальных ограждений не должно быть более 6,0 м.

2.2.4. В разреженных панелях ограждений (кроме сетчатых) расстояние в свету (разреженность) между деталями заполнения полотна панелей должна быть в пределах 80-100 мм.

2.2.5. Зазоры в настилах тротуаров допускаются не более 5 мм.

2.2.6. Козырьки и тротуары ограждений должны изготовляться в виде отдельных панелей прямоугольной формы. Длина панелей козырьков и

тротуаров должна быть кратна длине панелей ограждений.

2.2.7. Защитный козырек должен устанавливаться поверху ограждения с подъемом к горизонту под углом 20° в сторону тротуара или проезжей части.

2.2.8. Панели козырька должны обеспечивать перекрытие тротуара и выходить за его край (со стороны движения транспорта) на 50-100 мм.

2.2.9. Конструкция панелей тротуара должна обеспечивать проход для пешеходов шириной не менее 1,2 м.

2.2.10. Конструкция панелей козырьков и тротуаров должна обеспечивать сток воды с их поверхностей в процессе эксплуатации.

2.2.11. Тротуары ограждений, расположенных на участках примыкания строительной площадки к улицам и проездам, должны быть оборудованы перилами, устанавливаемыми со стороны движения транспорта.

2.2.12. Конструкция перил должна состоять из стоек, прикрепленных к верхней части; ограждения или козырьку, а также поручня и промежуточного горизонтального элемента, расположенных, соответственно, на высоте 1,1 и 0,5 м от уровня тротуара. Поручни должны крепиться к стойкам с внутренней стороны.

2.2.13. Технологические допуски геометрических параметров элементов ограждений должны быть не ниже 6-го класса точности по ГОСТ 21779-82,

2.2.14, Способ соединения элементов ограждения должен обеспечивать удобство их монтажа, демонтажа, прочность при эксплуатации, возможность и простоту замены при ремонте.

2.2.15. Конструкция крепления элементов ограждения должна обеспечивать возможность установки его на местности, имеющей уклон до 10 % по линии установки ограждения.

2.2.16. Элементы деревянных ограждений, соприкасающиеся с грунтом, должны быть антисептированы. Металлические детали соединений и креплений должны иметь антикоррозионную защиту.

2.2.17. Ограждения должны быть окрашены в соответствии с принятым эталоном. Сигнальная окраска ограждений должна быть выполнена по ГОСТ

12.4.026-76.

2.2.18. На элементах и деталях ограждений не допускается наличие острых кромок, заусенцев и неровностей, которые могут стать причиной травматизма.

2.3. ТРЕБОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ.

2.3.1. Нормативная равномерно распределенная нагрузка для тротуарных панелей должна приниматься 200 кгс/м^2.

2.3.2. Скоростной напор ветра должен приниматься:

для ограждений, эксплуатируемых в Приморском крае, Камчатской и Сахалинской областях, на побережье Тихого и Северного ледовитого океанов – 100 кгс/м^2. для ограждений, эксплуатируемых в других районах страны, - 35 кгс/м^2.

2.3.3. Вес снегового покрова на 1 м^2 площади горизонтальной проекции козырька должен приниматься:

-для ограждений, эксплуатируемых в Приморском крае, Камчатской и Сахалинской областях, на побережье Тихого и Северного ледовитого океанов – 150 кгс/м^2;

-для ограждений, эксплуатируемых в других районах страны, - 70 кгс/м^2;

Коэффициент перегрузки при определении расчетной снеговой нагрузки должен приниматься равным 1,25.

2.4. ТРЕБОВАНИЯ К НАДЕЖНОСТИ.

2.4.1. Срок службы элементов ограждений (кроме панелей тротуаров) – не менее 10 лет. Срок службы панелей тротуара – не менее 5 лет.

2.5. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ.

2.5.1. Материалы, применяемые для изготовления ограждений, должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов или технических условий (ТУ).

2.5.2. Соответствие материалов предъявляемым требованиям должно подтверждаться сертификатами заводов-поставщиков, а при их отсутствии – данными испытаний заводской лаборатории.

2.5.3. Сплошные панели ограждений, панели, козырьков и тротуаров, стойки, перила, подкосы следует изготавливать из лесоматериалов лиственных пород и хвойных не выше 3-го сорта. Металл допускается применять только для изготовления деталей соединений и креплений.

ПРАВИЛА ПРИЕМКИ.

3.1. Элементы ограждений должны быть приняты органами технического контроля предприятия-изготовителя.

3.2. Приемка ограждений производится выборочно в количестве 5 % от партии путем внешнего осмотра элементов и проверки их размеров.

Партией считается количество однотипных элементов ограждения, изготовленных по одной технологии в течение одной смены.

3.3. Потребитель имеет право производить контрольную проверку, для чего от каждой партии отбирается 5 % элементов ограждения. В случае несоответствия хотя бы одного элемента требованиям стандарта, производится повторная проверка удвоенного количества элементов из той же партии.

При неудовлетворительных результатах проверки удвоенного количества образцов партия приемке не подлежит.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА.

4.1. Проверка геометрических размеров элементов и деталей ограждения должна производиться при помощи измерительного инструмента и шаблонов, обеспечивающих точность, указанную на чертежах.

4.2. Проверка цвета и качества окраски, наличия антикоррозионной защиты и антисептической пропитки производится внешним осмотром. 5. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА,

ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.

5.1. Каждый элемент ограждения должен иметь маркировку, в которой

указывается:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- номер партии;
- дата изготовления;
- масса (для элементов массой свыше 50 кг).

5.2. Способ маркировки должен быть указан в рабочих чертежах ограждений.

5.3. Однотипные элементы ограждения должны поставляться потребителю пакетами.

Габаритные размеры и масса пакетов должны обеспечивать сохранность ограждений при их транспортировании и возможность механизированной погрузки на транспортные средства и выгрузки на месте установки ограждения.

5.4. При транспортировании и хранении ограждении места монтажных соединений должны быть защищены от загрязнения, а винтовые и шарнирные соединения покрыты консервирующей смазкой.

Панели, защитные козырьки, тротуарные щиты, ворота и калитки должны храниться в вертикальном положении, а стойки, перила, лежни и подкосы должны укладываться на деревянных подкладках в штабеля высотой не более 1,5 м.

6. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

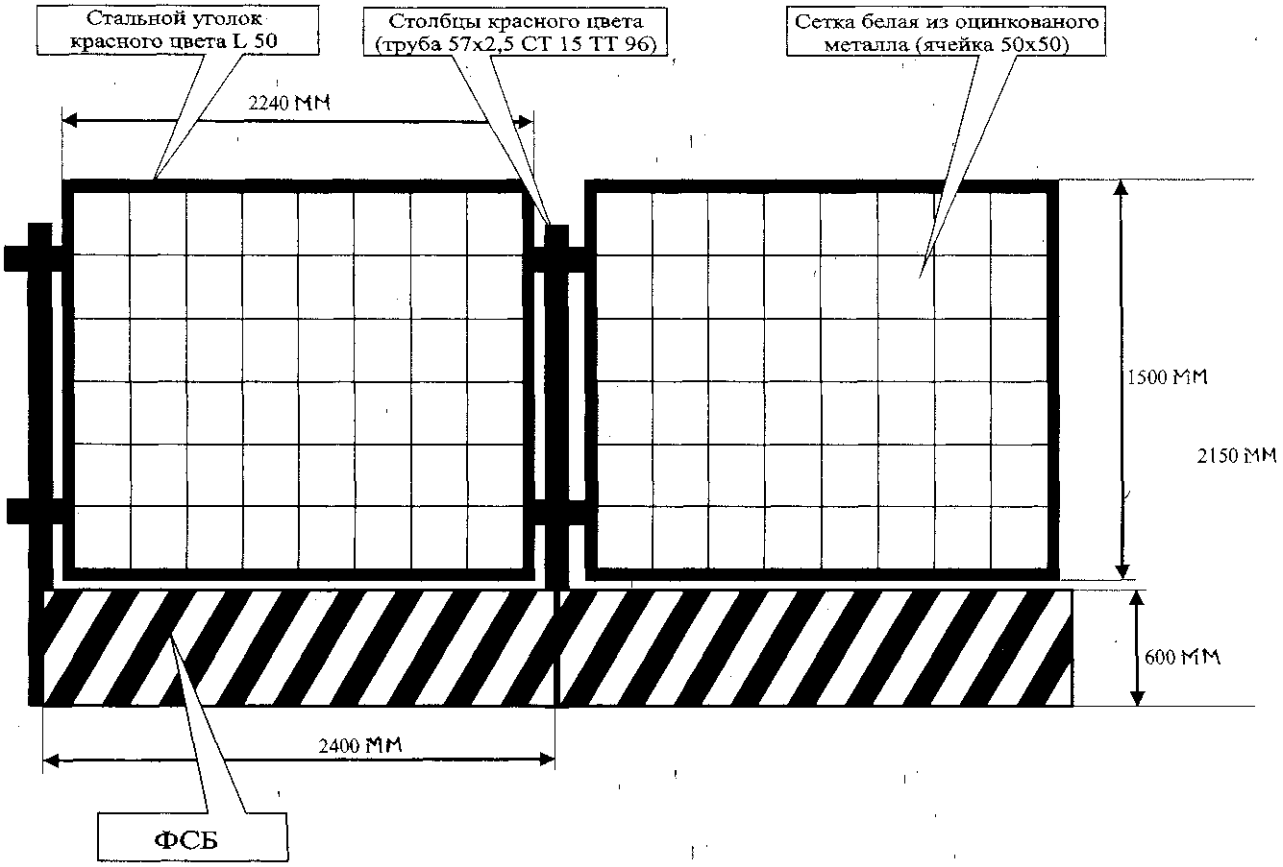
6.1 Предприятие-изготовитель должно сопровождать каждую партию ограждений паспортом, который содержит:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- номер партии;
- обозначение стандарта или ТУ;
- наименование, количество и массу элементов;
- указания по монтажу и демонтажу ограждения (при необходимости);
- дату выдачи паспорта.

6.2. Изготовитель гарантирует соответствие ограждений требованиям настоящего стандарта при соблюдении условий транспортирования и хранения, указанных в стандарте.

Приложение 2

Вид типового ограждения административно-бытового комплекса.



Согласовано:

Руководитель отдела
стандартизации предприятия

_____

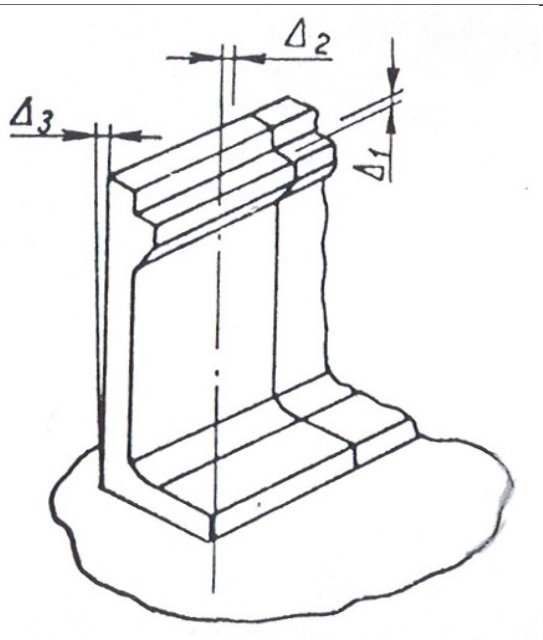
Руководитель отдела
разработчика

_____

6.3. Карта технологии пооперационного контроля качества работ на «Монтаж сборных железобетонных стеновых блоков».

Таблица 14. Монтаж сборных железобетонных стеновых блоков

№ п/п	Контролируемые показатели	Значения показателей
1	Отклонение горизонтальных плоскостей стеновых блоков от заданной горизонтальной плоскости, мм:	5
	а – на 1 м плоскости Δ_1	20
	б – на всю плоскость выверяемого участка Δ_1	
2	Смещение осей стеновых блоков относительно проектных осей Δ_2, мм	± 5
3	Отклонение вертикальных плоскостей стеновых блоков от вертикали, мм:	± 5
	а – при высоте до 5 м Δ_3	± 20
	б – при высоте более 5 м Δ_3	



1	Основные процессы и операции, подлежащие контролю	Подготовка конструкции к монтажу	Проверка отметок ранее смонтированных конструкций	Установка конструкций	Проверка соответствия смонтированных конструкций проекту
2	Состав контроля (что проверяется)	Геометрические размеры, наличие закладных деталей и выпусков арматуры, правильность строповки, маркировка	Отметки и размеры площади опирания	Точность установки	Отметки опорных поверхностей, расстояния от оси
3	Метод контроля (техническое оснащение контроля)	Визуальный, рулетка стальная	Нивелир, метр стальной	Теодолит, метр стальной	Нивелир, рулетка стальная, метр стальной
4	Вид, режим и объём контроля	Входной, постоянный, сплошной	Входной, периодический, выборочный	Пооперационный, постоянный, сплошной	Выходной, постоянный, сплошной
5	Непосредственно проверяет	Бригадир, начальник смены	Маркшейдер, начальник смены		Маркшейдер, начальник участка
	Надзор за контролем	-		Начальник участка	Главный инженер
	Привлекаемые для контроля подразделения	-	Маркшейдерская служба		
6	Где регистрируются результаты контроля (исполнительная документация)	Журнал работ, акт приемки сборных конструкций	Журнал работ, журнал маркшейдерских работ	Журнал работ	

Раздел 7. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

7.1. Промсанитария

Санитарно-бытовое обслуживание трудящихся

Размещение трудящихся строительной организации предусматривается в постоянном душкомбинате. В нём предусмотрены специальные помещения для хранения личной одежды, спецодежды, сушки и обеспылевания рабочей одежды, прачечная, помещения общественного здравоохранения (здравпункт), помещения для отдыха, душевые, санузлы и т. п.

Раздевалки и душевая имеют такую пропускную способность, при которой работающие в наиболее многочисленной смене затрачивают на мытьё и переодевание не более 45 мин.

Душевая обеспечена горячей и холодной водой из расчёта 500 л/чел. на одну душевую сетку и имеют смесители. Трубы, подводящие горячую воду, изолированы.

В душевой, раздевалке, помещение для хранения спецодежды, прачечной полы имеют уклон к трапу для стока воды, стены облицованы керамическими плитами на высоту 1,8 м. Помещения имеют приточно-вытяжную вентиляцию. В помещениях для хранения спецодежды и домашних уборов устроены шкафы с отделением для обуви. Два раза в месяц проводится стирка одежды.

Медицинский пункт обеспечивается:

- аптечкой;
- носилками;
- телефонной связью.

В соответствии с «Правилами техники безопасности и санитарии на строительстве метрополитена» уделяется внимание профилактике и контролю профзаболеваний. Для их своевременного выделения проводятся регулярные медосмотры в сроки, установленные Минздравом. Все ИТР и рабочие обеспечиваются спецодеждой и средствами индивидуальной защиты

(СИЗ) согласно действующим нормам в соответствии с их профессиями (костюмы, обувь, каски, рукавицы, монтажные пояса и т. д.).

Станции питьевой воды обеспечивают по 3 л на одного трудящегося в смену. Питьевая вода хранится и транспортируется в бочках из оцинкованного железа и меняется не реже 1 раза в сутки. На строительную площадку вода поступает посредством временного водопровода, прикреплённого к водомерному узлу жилого массива, находящегося в непосредственной близости со стройплощадкой.

Мероприятия по борьбе с пылью

Предупреждение пылеобразования осуществляется путём применения техники, работающей на принципе крупного скола, что снижает выход тонких фракций, изменение физико-механических свойств массива путём применения рабочих жидкостей, заключаемых в массив.

Орошение тоже является одним из мероприятий по борьбе с пылью (низконапорное – менее 1 МПа; высоконапорное – менее 2,5 МПа; пневмогидроорошение; гидроакустическое; электростатическое).

Ещё одним мероприятием является отсос запылённого воздуха из рабочей зоны с последующим осаждением пыли в осадительных камерах ли специальных выработках.

Шумовое воздействие

При работе машин и механизмов возможно значительное количество шумов антропологического характера, многие из которых человек даже не слышит, но которые сказываются на его самочувствии и здоровье.

Организационные мероприятия по борьбе с шумом заключаются в периодических медосмотрах работников и регламентации ведении работ по времени: 2/3 смены – работа с вибрацией, 1/3 смены – без вибрации. Технические мероприятия заключаются в устройстве специальных

виброгасящих приспособлений и использование индивидуальных средств (перчаток, рукавиц с вибропрокладкой).

Освещение

На открытых работах применяются осветительные приборы двух типов: светильники наружного освещения – для ближнего действия до 30 м, прожектора – для дальнего действия в радиусе до 200 м.

Предусмотрена равномерная освещённость рабочих мест. Источники света располагают так, чтобы на рабочую поверхность не падали тени от инструментов.

Проезды, проходы и склады, а также все рабочие места на строительной площадке имеют освещённость 10 Лк. Работы в неосвещённых местах запрещены.

Аварийное освещение смонтировано в стволе, в околоствольном дворе, в камере водоотлива, электрокамерах. Все рабочие под землёй имеют аккумуляторные лампы. Нормируемая освещённость не менее 10 Лк.

7.2. Мероприятия по ликвидации аварий и противопожарная защита строящегося объекта.

План ликвидации аварий (оперативная часть по одной позиции)

Позиция: возгорание кабеля в перегонном тоннеле

№ п.п.	Проводимые мероприятия	Ответственный исполнитель	Пути и время вывода людей	Пути движения горноспасательных отделений и задание
1	Сообщить об аварии дежурному ВГСЧ (вызвать взвод ВГСЧ)	Главный инженер	-	ВГСЧ движется по кратчайшему пути. Получат более подробную информацию о месте очага возгорания. Спуск на станцию и в тоннели. Движение по тоннелю к очагу
2	Снять напряжение по низкой стороне	Старший электрик, дежурный электрик	-	
3	Оповестить людей об аварии	Горный мастер	-	

4	Эвакуация людей из источника возгорания	Начальник участка, диспетчер	Транспорт людей до станции или до выходов на поверхность (3-4 мин)	возгорания и принятие мер по спасению людей и помощи эвакуации пострадавших.
5	Эвакуация людей из других мест тоннеля	горный мастер, диспетчер	Транспорт людей до станции или до выходов на поверхность (3-4 мин)	
6	Обеспечить подачу воды, тушить пожар подручными средствами	горный мастер	-	
7	Оказание первой медицинской помощи пострадавшим	Медицинский персонал	-	
8	Выставить посты безопасности	горный мастер	-	

Противопожарная защита

Строительные конструкции зданий и сооружений выполняются согласно требованиям СНиП. Мероприятия, направленные на предотвращение пожаров:

- строительство пожарных блоков;
- устройство склада для размещения противопожарного оборудования и материалов;
- применение автоматических средств пожаротушения и установка датчиков автоматической пожарной сигнализации;
- установка противопожарных щитов;
- применение несгораемых и плохо сгораемых материалов, установка вентиляционных и противопожарных дверей;
- прокладка противопожарных трубопроводов и т. п.

Предусмотрено раздельное хранение баллонов с кислородом и горючими газами.

Особое внимание обращается на потенциально наиболее травмоопасные технологические операции, такие как: работа на высоте, совмещение работ

различного назначения на одной строительной площадке, работа с движущимися механизмами и оборудованием, выполнение работ в электроустановках, устройство ограждении, проездов и проходов.

На всех опасных местах устанавливаются предупредительные знаки.

7.3. Техника безопасности

Меры безопасности

При строительстве станции работы производятся в соответствии с действующими указаниями и требованиями техники безопасности и руководством ПБ 03-428-02 «Правила безопасности при строительстве подземных сооружений».

До начала подземных работ выполняются мероприятия по обеспечению сохранности существующих подземных и надземных коммуникаций, зданий и сооружений.

Руководители подземных работ перед началом их выполнения ознакомляются с геологическими и гидрогеологическими условиями участка работ. При изменении условий, создающих возможность возникновения аварий, работы следует остановить до принятия соответствующих мер. Каждый участок обеспечивается запасом инструмента, материалов, средств пожаротушения и других средств, необходимых при ликвидации аварии, а также указаниями по их применению.

К производству работ по строительству поверхностных объектов и подземным работам допускаются лица, прошедшие предварительное обучение и соответствующий инструктаж по ТБ и после сдачи экзаменов по профессии.

На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается ведение других работ, а также нахождение посторонних лиц. Запрещено нахождение людей под перемещаемыми или монтируемыми элементами конструкции, а также на элементах конструкции во время подъёма и перемещения.

По периметру котлована, за исключением заезда/выезда, и на лестницах устанавливаются ограждения.

Особое внимание уделяется соблюдению правил безопасности при ведении сварочных работ при монтаже конструкции и арматурных каркасов. Работы ведутся в соответствии с «Инструкцией по производству сварочных и газопламенных работ в подземных выработках и зданиях на поверхности».

Мероприятия по безопасности при ведении земляных работ.

Земляные работы выполняются только по утвержденному проекту производства работ (ППР). При наличии в месте производства работ действующих электрокабелей работы ведутся под надзором прораба или мастера и представителя организации, ведущей эксплуатацию электросети.

Устанавливаются защитные ограждения котлованов и оборудуются в ночное время сигнальным освещением. На отсыпных насыпях машины и механизмы не приближаются к бровке ближе, чем на 0,5 м. При разработке грунта экскаватором, рабочим запрещено находится под ковшом или стрелой, производить земляные работы со стороны забоя. Запрещено нахождение посторонних в радиусе действия экскаватора, равном 5 м. Экскаватор можно перемещать только по ровной поверхности, стрелу устанавливают по оси пути. При этом ковш не загружен и приподнят над землей на 0,5 - 0,7 м. Запрещаются повороты бульдозера с загруженным или заглубленным в грунт отвалом. Для выполнения монтажных работ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие обучение и сдавшие экзамены.

Установка конструкций осуществляется в порядке, предусмотренном проектом производства работ. Перед подъемом конструкции очищают от наледи, ржавчины и грязи. Их поднимают плавно, без рывков и раскачиваний. При перемещении сборных конструкций нахождение монтажников в зоне перемещения не допускается. При подъеме конструкций все сигналы машинисту крана и рабочим подает один человек - бригадир или

такелажник. Любой работник, заметивший опасность, располагает полномочием подавать сигнал «стоп». Раствор под устанавливаемый элемент расстилают до подачи конструкции к месту установки. Не допускается работа монтажников на высоте и открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, а также гололёдице, грозе и тумане. Монтаж конструкции с большой парусностью следует прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

На площадке предусматриваются специальные места для осуществления погрузочно-разгрузочных работ, а также для складирования материалов и конструкций.

I. До начала земляных работ необходимо:
   1) произвести разбивку трассы;
   2) установить знаки, указывающие на места расположения коммуникаций;
   3) выполнить работы по устройству постоянных или временных водоотводов, предусмотренных.

II. Производство земляных работ вблизи подземных коммуникаций производится под наблюдением прораба или мастера и согласовано с соответствующими административными органами и другими организациями, ответственными за эксплуатацию этих коммуникаций.

III. Если при производстве земляных работ обнаруживаются коммуникации не указанные в рабочих чертежах, то земляные работы следует прекратить и вызвать на место представителя организации, эксплуатирующей эти коммуникации.

IV. Рытье котлованов в грунтах с естественной влажностью при отсутствии грунтовых вод может производиться с вертикальными стенками без крепления (для песчаных грунтов) на глубину не более 1 м.

V. Складирование материалов, движение и установка строительных машин и транспорта, а также установка телефонных линий связи в пределах призмы обрушения проектом не допускается.

VI. Вынутый грунт размещается не ближе 0,5 м от бровки траншеи.

Мероприятия по безопасности при работе бульдозера.

При совместной работе экскаватора и бульдозера последний не должен находиться в радиусе действия стрелы экскаватора. Машинист бульдозера может приступать к работе после того, как ковш экскаватора будет опущен на землю.

При сбросе грунта под откос поперечными ходами нельзя выдвигать отвал за края насыпи, так как в этом случае машина может сползти вниз. При движении бульдозера вдоль откоса и насыпи его ходовая часть не выходят за его края. Нарушение этих правил может вызвать обрушение стенок траншеи и сползание в нее всей машины.

Высота перемычек между траншеями при производстве любых работ траншейным способом не более, чем высота отвала, так как в противном случае возможно случайное обрушение грунта.

При производстве любых работ уклоны на подъемах и спусках, а также крены в поперечном направлении не могут превышать предельных значений, указанных заводом - изготовителем в инструкции по эксплуатации. Эти значения не превышают: для подъемов - 25°, спусков - 35°, боковых кренов 12° - 15°

При работе на косогорах следует создавать небольшой обратный уклон полки или террасы, что исключает возможность сползания трактора по склону или обрушению края разработанной полки или террасы.

Работу в воде разрешено проводить на глубине, не выше указанной заводом - изготовителем. Эта глубина равна высоте гусеницы или радиусу колеса.

При корчевке пней и удалении крупных камней возможен наезд на корчуемый предмет поддоном картера двигателя, корпусами заднего моста и бортовых передач и их повреждения. Особенно следует обратить внимание на то, чтобы отдельные камни не попадали между отвалом, брусьями и ходовой частью и остовом базовой машины, а также между отдельными сборочными единицами и деталями ходовой части машины.

Мероприятия по безопасности при работе экскаватора.

Во время работы экскаватора нахождение посторонних в радиусе действия экскаватора + 5 м запрещается.

Все вращающиеся части экскаватора надежно ограждаются снимающимися стальными кожухами, сетками или щитками. Запрещено включать двигатель драглайна без наличия ограждения на всех местах.

Осмотр узлов, расположенных в опасных местах, во время работы двигателя и механизмов экскаватора не допускается.

Во избежании повреждения рабочего оборудования платформу драглайна с наполненным ковшом можно поворачивать только после выхода ковша из забоя.

Не допускается работать экскаватором без установки фиксатора поворотной колонны в промежуточное положение, ограничивающее поворот на случай обрыва цепи. Работать экскаватором можно только при опущенных выносных опорах.

При загрузке самосвала, не имеющего над кабиной предохранительного бронированного щита, шофер обязан выходить из кабины и находиться на безопасном расстоянии.

Перед кратковременной остановкой или по окончании работ стрелу экскаватора следует положить вдоль оси, а ковш опустить на землю.

Мероприятия по безопасности при работе козлового крана.

I. Перед началом работ проводится инструктаж по вопросам техники безопасности при работе с козловым краном с записью в журнале.

Ежесменно в начале каждой смены проводиться инструктаж с записью в журнале крановщиков и вида ограничений работ. Инструктаж проводит лицо, ответственное за безопасное производство работ по перемещению грузов.

II. К крану допускаются люди, прошедшие специальное обучение и имеющие удостоверение стропальщика. Лицам, не имеющим отношение

к работе крана, находится в зоне его действия не разрешается. Граница опасной зоны ограждается предупреждающими знаками, хорошо видимыми крановщику в дневное и ночное время. При отсутствии прямой видимости между машинистом крана и стропальщиком связь между ними осуществляется через сигналиста.

III. При работе крана запрещено:

1) работать при неисправных тормозах;
2) переносить грузы под людьми;
3) поднимать людей в таре или на грузе;
4) укладывать грузы на электрокабели и на край откоса котлована;
5) освобождать зажатые чалки;
6) отрывать засыпанные землей, примерзлые, залитые бетоном грузы.

IV. Все работы выполняются в строгом соответствии с "Правилами устройства и безопасной эксплуатации кранов", "Правилами техники безопасности и производственной санитарии при строительстве тоннелей".

Меры безопасности при нанесении гидроизоляционных мастик

Горячие мастики транспортируются в специальных сосудах, имеющих уширение вниз с плоской крышкой, смесь наливается на 2/3 банки.

Работы по нанесению мастик ведутся со специальных подмостей.

При использовании мастики обязательно применяются: спецодежда, очки, обувь, перчатки.

Запрещено ведение работ по высоте.

Меры безопасности при ведении гидроизоляционных работ

При производстве гидроизоляционных работ запрещено:

1) допускать к работе лиц моложе 18 лет;
2) допускать к работе лиц, не прошедших медосмотр, обучение по

специальности и инструктаж по технике безопасности;

3) приступать к работе с неисправными приспособлениями;
4) допускать соприкосновение электрических проводов с газовыми баллонами, нагрев последних, попадание масел в кислородные баллоны.

Место ведения работ обеспечивается огнетушителем, ящиками с песком, лопатами, водой, очищается горючих материалов в радиусе не менее 5м. Рабочие обеспечиваются спецодеждой и СИЗ.

Складские помещения для хранения гидроизоляционных материалов пожаробезопасные, сухие, хорошо проветриваемые, вентилируемые достаточно освещенные, оснащенные противопожарным инвентарем. Рулонные материалы не хранятся рядом с легко воспламеняющими и горючими жидкостями. Доставка мастики к месту механизирована.

При выполнении гидроизоляционных работ в снежную и дождливую погоду рабочее место защищено от непогоды навесами и тепляками из негорючих материалов.

Для прохода по гидроизоляционному покрытию, не рассчитанному на нагрузки от рабочих, применяют трапы шириной 0,3 л с поперечными планками для упора ног.

7.4. Электробезопасность.

Защита от поражения электрическим током осуществляется путём устройства защитного заземления и автоматических устройств отключения сети. Сопротивление заземления горных выработок 2 Ом.

Электрооборудование применяется при наличии соответствующих блокировок и автоматических отключений, надёжного заземления всех корпусов электрооборудования и электромеханизмов. Необходимо применение защитных ограждений, трафаретов, указателей, надписей, а также создание нормируемых проходов и выходов.

Средства индивидуальной защиты представляют собой перчатки, разъединители, коврики, инструменты с изолирующими рукоятками. Такие

средства защиты от поражения электрическим током проверяются 1 раз в полугодие на допустимое сопротивление.

7.5. Вентиляция

При устройстве вентиляции чистый воздух забирается на расстоянии не менее 10 м от ствола. Расстояние от конца вентиляционной трубы до забоя в горизонтальной выработке не более 10 м. При щитовой проходке отставание вентиляционных труб от забоя не должно превышать 10 м. Каждая вентиляционная установка должна иметь паспорт. При остановке вентилятора более чем на 30 мин люди выводятся из забоя на поверхность.

Вентиляционное оборудование обслуживается дежурным персоналом, прошедшим специальную подготовку, сдавшим экзамен комиссии. Для проверки качества воздуха в тоннеле производится отбор проб с частотой не реже 1 раза в месяц.

Пуск и остановка вентиляторов производится из диспетчерского помещения или кнопками пуска у вентиляторов. В соответствии с санитарно-гигиеническими нормами в тоннеле поддерживается температура не ниже $15\ ^{\circ}C$ и воздух меняется в течение часа не менее трех раз.

Расчет вентиляции при проведении перегонного тоннеля осуществляется по следующим формулам:

1) Расход воздуха по наибольшему числу людей, работающих в выработке (забое):

$$Q^{л}_{з.п.} = \delta \cdot n, \text{ где}$$

n - количество человек в забое;

δ - расход воздуха на 1 чел., м3/мин.

$$Q^{л}_{з.п.} = 6 \cdot 5 = 30 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

2) Расход воздуха по минимальной скорости движения по всей выработке:

$$Q_{з.п.}^{\min} = 60 \cdot V_{\min} \cdot S$$, где

$V_{min} = 0{,}15$ м/с - минимальная скорость движения воздуха в выработке;

S = 22,89 м^2 - площадь поперечного сечения выработки.

$$Q_{з.п.}^{\min} = 60 \cdot 0{,}15 \cdot 22{,}89 = 206 \text{ м}^3/\text{мин}.$$

3) Потребная подача вентилятора рассчитывается с учетом потерь воздуха:

$$Q_{в} = \rho * Q_{з.п.}^{min}$$, где

$\rho -$ потери воздуха, могут достигать 50 – 60 %, поэтому $\rho = 1{,}5 \div 2$

$$Q_{в} = 1{,}75 \cdot 206 = 360{,}5 \text{ м}^3/\text{мин}$$

По полученным данным выбираем вентилятор ВМ-8М[15], технические характеристики которого представлены в следующей таблице:

Таблица 15. Технические характеристики вентилятора

Показатели	Вентилятор ВМ-8М
Диаметр трубопровода, мм	800
Производительность, м^3/с	4-13
Полное давление, кПа	4,2-0,8
Потребляемая мощность, кВт	15-50
Напряжение, В	380/660
Масса, кг	750

7.6. Экологическая безопасность

Общие положения

В соответствии со статьей 3.2 Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» одними из основных положений раздела являются мероприятия, направленные на охрану окружающей среды в период строительства.

Основные технологические процессы при строительстве котлованов открытым способом и при строительстве тоннельных участков безопасны, и не оказывают вредного воздействия на экологию района строительства.

При разработке проекта предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды, включая охрану подземных вод, зеленых насаждений, по снижению шума и вибрации от движения поездов, от работы постоянных устройств метрополитена и строительных механизмов. Все строительные площадки оборудуются мойками колес автотранспорта с отстойниками и замкнутой системой использования технологической воды.

Мероприятия по охране окружающей среды определены в соответствии с требованиями действующих нормативных документов «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий», «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» 1975г, «Прогнозирование уровней вибрации грунта от движения метропоездов и расчет виброзащитных строительных устройств», соответствующих ГОСТов системы стандартов безопасности труда и других нормативных документов.

Первоочередные мероприятия по защите окружающей среды

Первоочередные мероприятия по защите окружающей среды в процессе строительства включают:

- проведение специальной механизированной уборки с использованием специализированной техники;

- организацию сбора в специальные поддоны, устанавливаемые под стационарно работающими механизмами, отработанных нефтепродуктов, моторных масел и т.п. и сдачу их на утилизацию;

- установку на строительных площадках биотуалетов;

- обеспечение производства работ строго в зоне, отведенной стройгенпланом и огороженной специальным забором;

- упорядочение транспортировки и складирования сыпучих и жидких материалов;

- при транспортировке сыпучих грузов за пределы строительной площадки накрытие кузов машин специальными тентами.

Доставка и хранение цемента на строительных площадках осуществляется в закрытых емкостях. В период эксплуатации воздух, удаляемый из тоннелей, станций и отдельных служебных помещений метрополитена, не содержит вредных примесей, в концентрациях, превышающих предельно-допустимые нормы по СН 245-71, и поэтому не требует дополнительной очистки.

Зеленые насаждения при выборе строительных площадок и подъездных путей к ним максимально сохраняются. Там, где это невозможно, предусмотрена их пересадка или вырубка. По окончании строительства зеленые насаждения восстанавливаются в соответствии с проектом благоустройства.

Воздействие вибрации на окружающую среду от строительных машин ограничено и не опасно для экологии района.

В проекте предусмотрен вывоз строительного мусора на специально отведенные свалки; вывоз грунта, годного для использования при обратной засыпке или рекультивации территории - на временные отвалы, расположенные в местах, отведенных городом.

Сравнение и выбор наиболее рационального способа строительства

1. При строительстве перегонных тоннелей ТПМК фирмы «Herrenknecht AG» основное горнопроходческое оборудование, применяемое для строительства, обеспечивает отсутствие выделения вредностей. Одним из условий строительства тоннелей является сохранность зданий, сооружений и лесного массива, расположенных на поверхности. Это требует практически безосадочной городской поверхности, высокоскоростной проходки тоннелей. Эти условия обеспечиваются за счет наличия в данном щите грунтопригруза забоя, который позволяет избежать просадки вышележащих слоев грунта.

2. При проходке тоннелей механизированным щитом КМ-42М1 с экскаваторным рабочим органом и открытой головной частью, потребуется применение специального способа строительства - искусственное водопонижение.

Основной негативный эффект от водопонижения при строительстве подземных сооружений проявляется в нарушении равновесия системы «грунт-грунтовая вода», которое может явиться причиной просадки грунтов на значительных территориях в районе строительства и вызвать изменение рельефа местности и нанесение вреда ландшафту, рыбному хозяйству и пр.

Также по окончании водопонижения могут возникнуть деформации сооружения из-за подъема грунта. Таким образом, негативный эффект от водопонижения связан с осадками земной поверхности, нарушением режима миграции подземных вод и развитием фильтрационных деформаций[4].

Вывод: При проходке перегонных тоннелей наиболее целесообразно применение щита с грунтопригрузом фирмы «Herrenknecht AG», так как негативный экологический эффект от водопонижения требует более тщательного планирования и прогноза отрицательных последствий на окружающую среду и подбор альтернативных мероприятий инженерной защиты.

Раздел 8. ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

8.1. Экономическое обоснование строительства

Экономическое обоснование строительства осуществляется путем сравнения технологических решений и технико-экономического сравнения вариантов строительства и выбора наиболее экономичного варианта (из специальной части проекта).

Расчет стоимости проходческих работ приведен ниже в локальных сметах для каждого варианта. Сметный расчет составлен по нормативной базе ТСН-2001 в базисных ценах 2001 год, с коэффициентом пересчета на май 2013 года.

8.2. Календарный график строительства

Общая продолжительность строительства составляет 33 мес.

Календарный график составляется исходя из положения, что работы организованы поточным методом, то есть там, где это возможно по технологическим и целесообразно по экономическим соображениям, различные производственные процессы совмещаются во времени.

При составлении календарного плана наглядно представляются сроки и темпы строительных работ. На его основе разрабатывается оптимальный регламент движения рабочей силы на объекте строительства.

Базисной основой для составления календарного графика являются сборники единых норм и расценок (ЕНиР). В данных нормативных документах на каждый строительный процесс указана норма времени и трудозатрат на единицу готовой продукции.

Строительство перегонного тоннеля от станции "Стахановская" до станции "ул. Окская"

(Наименование стройки)

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА № 1

(локальный сметный расчет)

на **Перегонный тоннель. Щитовая проходка Д6, 28м**

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

№ п/п	Шифр расценки и коды ресурсов	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Кол-во единиц	Цена на ед. изм. руб.	Коэффициенты			ВСЕГО затрат, руб.	*Справочно*
						попра-вочные	зимних удоро-жаний	перес-чета		ЗТР, всего чел.-час
										Ст-ть ед. с начислен.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3.29-48-5	ВВОД В ЗАБОЙ И ВЫВОД ИЗ ЗАБОЯ ЩИТА ДИАМЕТРОМ, М, ДО: 4,1	*шт.*	1						
		ЗП			5269,7	1	1	10,5	20483,23	
		ЭМ			763,44	1	1	4,48	15200,83	
		в т.ч. ЗПМ			102,69	1	1	10,5	(6377,07)	
		МР			1609,5	1	1	7,31	61346,91	
		НР от ЗП	%	142				137	290366,19	
		СП от ЗП	%	134				62	143138,26	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				180	12307,75	
		ЗТР	чел-ч	173		1	1			1384

									92843,17	**115855,40**
2	1.5-3-172	СТОИМОСТЬ Ж/Б ВЫСОКОТОЧНЫХ БЛОКОВ ОБДЕЛКИ Д- 6, 28М	*шт.*	9405						
		МР			2373,92	1	1	7,06	20321179,58	
									1428257,06	**5065821,12**
3	3.29-49-21	ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ ЩИТАМИ ДИАМЕТРОМ, М, ОТ 5,6 ДО 6,28 В ГРУНТАХ ГРУППЫ: 1	*100 м3*	15,18						
		ЗП			7248,8		1	10,5	401291,76	
		МР			1885,14		1	7,31	99045,07	
		НР от ЗП	%	142				137	569834,30	
		СП от ЗП	%	134				62	280904,23	
		ЗТР	чел-ч	270			1			2400,3
									48584,24	**54643,90**
4	3.29-49-22	ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ ЩИТАМИ ДИАМЕТРОМ, М, ОТ 5,6 ДО 6,28 В ГРУНТАХ ГРУППЫ: 2	*100 м3*	19,11						
		ЗП			10248,8		1	10,5	272911,16	
		МР			1885,14		1	5,91	47238,59	
		НР от ЗП	%	142				137	387533,85	
		СП от ЗП	%	134				62	191037,81	
		ЗТР	чел-ч	385			1			1632,4
									129721,25	**306302,18**
5	3.29-49-23	ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ ЩИТАМИ ДИАМЕТРОМ, М, ОТ 5,6 ДО 6,28 В ГРУНТАХ ГРУППЫ: 3	*100 м3*	11,26						
		ЗП			11620,3		1	10,5	441807,13	

		ЭМ			185,9	1	4,88	1511,59	
		в т.ч. ЗПМ			3,2	1	10,5	(169,52)	
		МР			1463,32	1	5,99	53994,17	
		НР от ЗП	%	142				627366,12	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				327,17	
		ЗТР	чел-ч	429		1			2642,64
								163287,78	**26536,46**
6	3.29-62-1	ПРИЕМ И ВЫГРУЗКА ГРУНТА В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ	*100 м3*	487,57					
		ЗП			406,38	1	10,5	240097,43	
		ЭМ			553,67	1	5,61	21388,29	
		в т.ч. ЗПМ			108,3	1	10,5	(63985,81)	
		НР от ЗП	%	142				340938,35	
		СП от ЗП	%	134				168068,20	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				123492,61	
		ЗТР	чел-ч	26		1			1786,2
								10884,88	**15807,64**
7	15.1-30-1	ПЕРЕВОЗКА ГРУНТА ИЗ-ПОД ЗДАНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ НА РАССТОЯНИЕ 30 КМ АВТОСАМОСВАЛАМИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ ДО 16Т, ПЕРЕВОЗКА ДО 30 КМ	*м3*	20610,9					
		ЭМ			37,9	1	7,09	1846170,86	
								184170,86	**268,71**
8	2.1-17-93	КОМПЛЕКСЫ ПРОХОДЧЕСКИЕ ЩИТОВЫЕ D=6.28 М	*маш.-ч*	25305					
		ЭМ			5128,1	1	3,67	69298,65	
		в т.ч. ЗПМ			616,95	1	10,5	(268501,97)	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				518228,80	
								6216778,00	**122743,88**
9	3.29-87-3	УКЛАДКА СБОРНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ ИЗ БЛОКОВ МЕХАНИЧЕСКИМ	*100 м3*	455,5					

		УКЛАДЧИКОМ В ТОННЕЛЯХ ДИАМЕТРОМ, М: ОТ 5,6 ДО 6,28 М							
		ЗП			6629,04	1	10,5	753668,82	
		ЭМ			19,16	1	4,1	1038,51	
		в т.ч. ЗПМ			3,83	1	8,6	(435,44)	
10	1.1-1-1489	ШПИЛЬКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЛЯ ТОННЕЛЬНЫХ РАБОТ, ДИАМЕТР 27 ММ	*т*	1,200006	3514,23	1	2,53	10669,25	
								76576,58	**57895,35**
13	3.29-98-1								
		НАГНЕТАНИЕ РАСТВОРА ЗА СБОРНУЮ ОБДЕЛКУ ТОННЕЛЕЙ, СООРУЖАЕМЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ЩИТОМ ПРИ ПРИТОКЕ ВОДЫ В ЗАБОЕ ДО 5 М3/Ч В ГРУНТАХ ГРУППЫ:1 И 2	*100 м2*	283,66					
		ЗП			310,96	1	10,5	124780,78	
		ЭМ			230,02	1	4,17	44755,50	
		в т.ч. ЗПМ			67,18	1	8,6	(26957,72)	
	1.3-2-16	РАСТВОР ТАМПОНАЖНЫЙ	*м3*	167,976	359,01	1	3,98	240014,15	
		НР от ЗП	%	142				177188,71	
		СП от ЗП	%	134				87346,55	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				52028,40	
		ЗТР	чел-ч	18,1		1			844,55
								132614,22	**28420,79**
14	3.29-98-2	НАГНЕТАНИЕ РАСТВОРА ЗА СБОРНУЮ ОБДЕЛКУ ТОННЕЛЕЙ, СООРУЖАЕМЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ЩИТОМ ПРИ ПРИТОКЕ ВОДЫ В ЗАБОЕ ДО 5 М3/Ч В ГРУНТАХ ГРУППЫ:3	*100 м2*	312,12					
		ЗП			1075,47	1	10,5	203108,96	
		ЭМ			789,84	1	4,17	72328,18	

		в т.ч. ЗПМ			230,69	1	10,5	(43567,19)	
	1.3-2-16	РАСТВОР ТАМПОНАЖНЫЙ	*м3*	274,5	359,01	1	3,98	392222,02	
		НР от ЗП	%	142				288414,72	
		СП от ЗП	%	134				142176,27	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				84084,68	
		ЗТР	чел-ч	62,6		1			1374,7
								118234,83	**53840,38**
15	3.29-100-1	КОНТРОЛЬНОЕ НАГНЕТАНИЕ ЗА ОБДЕЛКУ ТОННЕЛЕЙ ДИАМЕТРОМ ДО 4,5 М	*100 м2*	68,62					
		ЗП			137,78	1	8,6	81308,39	
		ЭМ			31,07	1	5,5	11726,13	
		в т.ч. ЗПМ			4,14	1	8,6	(2443,15)	
		МР			930,54	1	20,17	128728,22	
		НР от ЗП	%	142				115457,91	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				4715,28	
		ЗТР	чел-ч	8,02		1			550,33
								15051,80	**22705,51**
16	1.1-1-1330	ЦЕМЕНТ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫЙ, ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ, МАРКА 500	*т*	226,45					
		МР			280,9	1	20,23	1286826,36	
								128686,36	**5682,61**
17	3.29-83-2	УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ ОБОЙМЫ (РУБАШКИ) В ТОННЕЛЯХ ПРИ ТОЛЩИНЕ РУБАШКИ ДО 30 СМ	*100 м3*	9,02					
		ЗП			39449	1	10,5	306137,83	
		ЭМ			368,62	1	2,9	9642,36	
		в т.ч. ЗПМ			38,92	1	10,5	(3019,10)	

1.3-1-60	СМЕСИ БЕТОННЫЕ, БСГ, ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ГРАНИТНОМ ЩЕБНЕ, КЛАСС ПРОЧНОСТИ: В40; F130, W12	*м3*	915,53	528,51	1	9,21	446412,86	
	НР от ЗП	%	142				434595,72	
	СП от ЗП	%	134				214096,48	
	НР и СП от ЗПМ	%	193				5826,86	
	ЗТР	чел-ч	2060		1			18581,2
							105874,60	**16176,56**
1.1-1-1338	ЦЕМЕНТ ГИПСОГЛИНОЗЕМИСТЫЙ РАСШИРЯЮЩИЙСЯ	*т*	3,1779	312,17	1	35,39	35108,47	
	НР от ЗП	%	142				22330,46	
	СП от ЗП	%	134				11085,44	
	НР и СП от ЗПМ	%	193				1359,70	
	ЗТР	чел-ч	81,5		1			959,26
							53329,67	**75684,22**

Итого **192 834 449,90**

НДС 18% **34 710 200,98**

Итого с НДС **227 544 650,88**

Строительство пергонного тоннеля от станции " Стахановская" до станции "ул. Окская"

(Наименование стройки)

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА № 2

(локальный сметный расчет)

на

Перегонный тоннель. Щитовая проходка Д5, 6м

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

№ п/п	Шифр расценки и коды ресурсов	Наименование работ и затрат	Единица изме-рения	Кол-во единиц	Цена на ед. изм. руб.	Коэффициенты			ВСЕГО затрат, руб.	*Справочно* ЗТР, всего чел.-час / Ст-ть ед. с начислен.
						попра-вочные	зимних удоро-жаний	перес-чета		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3.29-48-5	ВВОД В ЗАБОЙ И ВЫВОД ИЗ ЗАБОЯ ЩИТА ДИАМЕТРОМ, М ДО 5,6	*шт.*	1						
		ЗП			2972,14		1	8,6	204483,23	
		ЭМ			463,44		1	4,1	15200,83	
		в т.ч. ЗПМ			92,69		1	8,6	(6377,07)	
		МР			878,02		1	7,31	51346,61	
	1.3-2-5	РАСТВОРЫ ЦЕМЕНТНЫЕ, МАРКА 100	*м3*	31,28	360,91		1	9,05	10217,85	
	1.5-6-121	БЛОКИ СТЕНОВЫЕ ПЕРЕГОНОВ, МАРКА С-1, С РАСХОДОМ АРМАТУРЫ 361 КГ	*м3*	56,16	2286,89		1	4,3	55256,49	
		НР от ЗП	%	142					29066,19	
		СП от ЗП	%	70					143138,26	
		НР и СП от ЗПМ	%	193					12307,75	
		ЗТР	чел-ч	173			1			1384
									137127,21	**171408,40**
2	1.5-3-172	Ж/Б БЛОКИ НАРУЖНОЙ ОБДЕЛКИ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ, СООРУЖАЕМЫХ МЕТОДОМ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКИ	*м3*	328,09						

		МР			1373,92	1	7,06	272372,50	
								27272,50	**9699,88**
3	3.29-49-9	ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ ДИАМЕТРОМ ДО 5,6 М ГЛУХИМ ЗАБОЕМ В ГРУНТАХ ГРУППЫ: 1	*100 м3*	15,22					
		ЗП			3386,93	1	8,6	60258,73	
		НР от ЗП	%	142				85539,40	
		СП от ЗП	%	70				42151,11	
		ЗТР	чел-ч	151		1			3122,68
								18759,24	**90878,11**
4	3.29-49-10	ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ ДИАМЕТРОМ ДО 5,6 М ГЛУХИМ ЗАБОЕМ В ГРУНТАХ ГРУППЫ: 2	*100 м3*	19,11					
		ЗП			4335,12	1	8,6	368719,30	
		НР от ЗП	%	142				523581,41	
		СП от ЗП	%	70				258103,51	
		ЗТР	чел-ч	223		1			2205,47
								11404,22	**116319,94**
5	3.29-49-11	ПРОХОДКА ТОННЕЛЕЙ ДИАМЕТРОМ ДО 5,6 М ГЛУХИМ ЗАБОЕМ В ГРУНТАХ ГРУППЫ: 3	*100 м3*	11,2					
		ЗП			5171,04	1	8,6	639492,17	
		ЭМ			309,83	1	1,32	5881,07	
		в т.ч. ЗПМ			5,33	1	8,6	(659,15)	
		НР от ЗП	%	142				908078,88	
		СП от ЗП	%	70				447644,52	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				1272,16	
		ЗТР	чел-ч	266		1			3825,08
								20368,80	**139246,79**
6	3.29-62-1	ПРИЕМ И ВЫГРУЗКА ГРУНТА В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ	*100 м3*	487,57					
		ЗП			406,38	1	8,6	240097,43	

		ЭМ			553,67	1	5,61	213388,29	
		в т.ч. ЗПМ			108,3	1	8,6	(63985,81)	
		НР от ЗП	%	142				340938,35	
		СП от ЗП	%	70				168068,20	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				123492,61	
		ЗТР	чел-ч	26		1			1786,2
								108584,88	**15807,64**
7	15.1-30-1	ПЕРЕВОЗКА ГРУНТА ИЗ-ПОД ЗДАНИЙ И КОММУНИКАЦИЙ НА РАССТОЯНИЕ 30 КМ АВТОСАМОСВАЛАМИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ ДО 16Т, ПЕРЕВОЗКА ДО 30 КМ	*м3*	20610,9					
		ЭМ			37,9	1	7,09	1846170,86	
								184610,86	**268,71**
8	2.1-17-93	КОМПЛЕКСЫ ПРОХОДЧЕСКИЕ ЩИТОВЫЕ ТИПА "КМ-42М1" D=5.6 М	*маш.-ч*	10061					
		ЭМ			5128,1	1	2,67	168068,20	
		в т.ч. ЗПМ			616,95	1	8,6	(26852501,97)	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				1070209,72	
								120677,45	**23932,16**
9	3.29-87-3	УКЛАДКА СБОРНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ ИЗ БЛОКОВ МЕХАНИЧЕСКИМ УКЛАДЧИКОМ В ТОННЕЛЯХ ДИАМЕТРОМ, М: ДО 5,6	*100 м3*	455,5					
		ЗП			6629,04	1	8,6	753668,82	
		ЭМ			19,16	1	4,1	1038,51	
		в т.ч. ЗПМ			3,83	1	8,6	(435,44)	
	1.1-1-1489	ШПИЛЬКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ДЛЯ ТОННЕЛЬНЫХ РАБОТ, ДИАМЕТР 27 ММ	*т*	1,200006	3514,23	1	2,53	10669,25	
	1.5-3-172	БЛОКИ НАРУЖНОЙ ОБДЕЛКИ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ, СООРУЖАЕМЫХ МЕТОДОМ ЩИТОВОЙ ПРОХОДКИ	*м3*	1328,61	1373,92	1	7,06	12887351,19	
		НР от ЗП	%	142				1070209,72	

		СП от ЗП	%	70				527568,17	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				840,40	
		ЗТР	чел-ч	341		1			4508,02
								15251346,06	124780,78
10	3.29-98-1	НАГНЕТАНИЕ РАСТВОРА ЗА СБОРНУЮ ОБДЕЛКУ ТОННЕЛЕЙ, ДИАМЕТРОМ, М ДО 5,6	*100 м2*	283,66					
		ЗП			310,96	1	8,6	124780,78	
		ЭМ			230,02	1	4,17	44755,50	
		в т.ч. ЗПМ			67,18	1	8,6	(26957,72)	
	1.3-2-16	РАСТВОР ТАМПОНАЖНЫЙ	*м3*	167,976	359,01	1	3,98	24004,15	
		НР от ЗП	%	142				177188,71	
		СП от ЗП	%	70				87346,55	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				52028,40	
		ЗТР	чел-ч	18,1		1			844,55
								72614,09	**15561,81**
11	3.29-100-1	КОНТРОЛЬНОЕ НАГНЕТАНИЕ ЗА ОБДЕЛКУ ТОННЕЛЕЙ ДИАМЕТРОМ ДО 4,5 М	*100 м2*	68,62					
		ЗП			137,78	1	8,6	81308,39	
		ЭМ			31,07	1	5,5	11726,13	
		в т.ч. ЗПМ			4,14	1	8,6	(2443,15)	
		МР			930,54	1	20,17	12878,22	
		НР от ЗП	%	142				115457,91	
		СП от ЗП	%	70				56915,87	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				4715,28	
		ЗТР	чел-ч	8,02		1			550,33
								15051,80	**22705,51**
12	1.1-1-1330	ЦЕМЕНТ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫЙ, ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ, МАРКА 500	*т*	226,45					
		МР			280,9	1	20,23	1286826,36	
								12866,36	**878224,55**
13	3.29-83-2	УСТРОЙСТВО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ	*100 м3*	9,02					

		ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ ОБОЙМЫ (РУБАШКИ) В ТОННЕЛЯХ С ДЕРЕВЯННОЙ ОПАЛУБКОЙ ПРИ ТОЛЩИНЕ РУБАШКИ ДО 30 СМ							
		ЗП			39449	1	8,6	306013,83	
		ЭМ			368,62	1	2,9	9642,36	
		в т.ч. ЗПМ			38,92	1	8,6	(3019,10)	
		МР			11608,38	1	5,6	586362,49	
	1.3-1-60	СМЕСИ БЕТОННЫЕ, БСГ, ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ГРАНИТНОМ ЩЕБНЕ, КЛАСС ПРОЧНОСТИ: В30 (М400); П4, ФРАКЦИЯ 5-20, F300, W12	*м3*	915,53	528,51	1	9,21	456412,86	
		НР от ЗП	%	142				434395,72	
		СП от ЗП	%	70				21496,48	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				5826,86	
		ЗТР	чел-ч	2060		1			18581,2
								54578,00	**594654,20**
14	3.29-104-14	ЧЕКАНКА РАСШИРЯЮЩИМСЯ ЦЕМЕНТОМ СБОРНОЙ БЕТОННОЙ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ ИЗ ТЮБИНГОВ СОБРАННОЙ НА БОЛТАХ С ПЛОСКИМИ ШАЙБАМИ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЗАМЕНОЙ НА БОЛТЫ СО СФЕРИЧЕСКИМИ ШАЙБАМИ В ШАХТНЫХ СТВОЛАХ	*100 м*	11,77					
		ЗП			1560,72	1	8,6	157979,20	
		ЭМ			134,26	1	2,51	3966,40	
		в т.ч. ЗПМ			6,96	1	8,6	(704,51)	
		МР			3708,6	1	3,62	158013,80	
	1.1-1-1338	ЦЕМЕНТ ГИПСОГЛИНОЗЕМИСТЫЙ РАСШИРЯЮЩИЙСЯ	*т*	3,1779	312,17	1	35,39	35108,47	
		НР от ЗП	%	142				224330,46	
		СП от ЗП	%	70				110585,44	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				1359,70	
		ЗТР	чел-ч	81,5		1			959,26
								69143,47	**58737,76**

Итого	**138 698 763,28**
НДС 18%	**24 965 777,39**
Итого с НДС	**163 664 540,67**

Строительство перегонного тоннеля от станции " Стахановская " до станции "ул. Окская"

(Наименование стройки)

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА № 3

(локальный сметный расчет)

на **Водопонижение**

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

№ п/п	Шифр расценки и коды ресурсов	Наименование работ и затрат	Единица изме-рения	Кол-во единиц	Цена на ед. изм. руб.	Коэффициенты			ВСЕГО затрат, руб.	*Справочно*
						попра-вочные	зимних удоро-жаний	перес-чета		ЗТР, всего чел.-час
										Ст-ть ед. с начислен.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5.38-48.4	ШНЕКОВОЕ БУРЕНИЕ СКВАЖИН, ГЛУБИНОЙ ДО 30 М, ДИАМЕТРОМ ДО 248 ММ, В ГРУНТАХ 1 ГРУППЫ	*100 м*	10,5						
		ЗП			2972,14		1	8,6	204483,23	
		ЭМ			463,44		1	4,1	15200,83	
		в т.ч. ЗПМ			92,69		1	8,6	(6377,07)	
		ЗТР	чел-ч	30,225	878,02		1	7,31	51346,61	
		КОМПЛЕКТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ ГЛУБИНОЙ ДО 50 М	*маш-ч.*	31,2	802,73		1	9,18	379064,52	
									650095,19	**81261,90**
2	5.38-48.4	ШНЕКОВОЕ БУРЕНИЕ СКВАЖИН, ГЛУБИНОЙ ДО 30 М, ДИАМЕТРОМ ДО 248 ММ, В ГРУНТАХ 1 ГРУППЫ	*100 м*	10,5						
		ЗП			5171,04		1	8,6	639492,17	
		ЭМ			309,83		1	1,32	5881,07	
		в т.ч. ЗПМ			5,33		1	8,6	(659,15)	
		ЗТР	чел-ч	30,225	878,02		1	1	61359,57	
		КОМПЛЕКТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ ГЛУБИНОЙ ДО 50 М	*маш-ч.*	31,2	1885,14		1	5,91	500336,83	
									421651,11	
									102449,84	**49516,92**
3	5.38-48.4	ШНЕКОВОЕ БУРЕНИЕ СКВАЖИН,	*100 м*	10,5						

		ГЛУБИНОЙ ДО 30 М, ДИАМЕТРОМ ДО 248 ММ, В ГРУНТАХ 3 ГРУППЫ							
		ЗП			5171,04	1	1	0,00	
		ЭМ			309,83	1	1	0,00	
		в т.ч. ЗПМ			5,33	1	1	(0,00)	
		ЗТР	чел-ч	30,225	878,02	1	2,53	6159,57	
		КОМПЛЕКТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ ГЛУБИНОЙ ДО 50 М	*маш-ч.*	31,2	1373,92	1	7,06	1288351,19	
								65005,19	**81261,90**
4	5.31-12.6	КРЕПЛЕНИЕ СКВАЖИН ГЛУБИНОЙ ДО 50 М ПРИ ВРАЩАТЕЛЬНОМ БУРЕНИИ ТРУБАМИ С МУФТОВЫМ СОЕДИНЕНИЕМ, В ГРУНТАХ 1 ГРУППЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ, ДИАМЕТРОМ 219 ММ	*10 м*	70					
		ЗП			3316,5	1	8,6	401291,76	
		МР			1245,2	1	5,91	99045,07	
		НР от ЗП	%	142				569834,30	
		СП от ЗП	%	70				280904,23	
		ЗТР	чел-ч	68,6		1			2400,3
		ТРУБЫ ОБСАДНЫЕ	шт	200				129565,45	
								1351075,36	**151976,98**
5	3.29-49-22	КОМПЛЕКТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНО-КОЛОНКОВОГО БУРЕНИЯ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ ДЛЯ СКВАЖИН ГЛУБИНОЙ ДО 300 М	*100 м3*	4,24					
		ЗП			7484,4	1	8,6	272911,16	
		МР			1885,14	1	5,91	47238,59	
		НР от ЗП	%	142				387533,85	
		СП от ЗП	%	70				191037,81	
		ЗТР	чел-ч	385		1			1632,4
								898721,41	**21162,60**

6	5.59-16	ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ БЕСШОВНЫЕ ОБСАДНЫЕ, С КОРОТКОЙ И НОРМАЛЬНОЙ ДЛИНОЙ РЕЗЬБЫ, С НАВЕРНУТЫМИ МУФТАМИ, ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫМИ НИППЕЛЯМИ И КОЛЬЦАМИ ИЗ СТАЛИ ГРУПП ПРОЧНОСТИ С И Д, НАРУЖНЫЙ ДИАМЕТР 219,1ММ, ТОЛЩИНА СТЕНКИ, ММ, 9	*м*	1400					
		ЗП			8339,76	1	8,6	441807,13	
		ЭМ			185,9	1	1,32	1511,59	
		в т.ч. ЗПМ			3,2	1	8,6	(169,52)	
		МР			1463,32	1	5,99	53994,17	
		НР от ЗП	%	142				627366,12	
		СП от ЗП	%	70				309264,99	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				327,17	
		ЗТР	чел-ч	429		1			2642,64
								143271,17	**23236,23**
7	3.29-62-1	УСТАНОВКА ИГЛОФИЛЬТРОВ В ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРОБУРЕННЫЕ СКВАЖИНЫ БЕЗ УСТРОЙСТВА ОБСЫПКИ ДЛИНА ИГЛОФИЛЬТРОВ, М ДО 7	*шт*	68					
		ЗП			406,38	1	8,6	24097,43	
		ЭМ			553,67	1	5,61	21338,29	
		Вода	м3		108,3	1	8,6	(6385,81)	
		НР от ЗП	%	142				34038,35	
		СП от ЗП	%	70				16868,20	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				12392,61	
		ЗТР	чел-ч	70		1			1786,2
		НАСОСЫ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ВОДОПОНИЖЕНИЯ ,96 М3/Ч,45КВТ,Н=20 М	маш-ч	4,48				1545448,3	
								10859,88	**15807,64**
8	15.1-30-1	ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЭЖЕКТОРНЫХ	*шт*	68					

		ВОДОПОДЪЕМНИКОВ ДЛИНОЙ, М ДО 31							
		ЭМ			37,9	1	7,09	1846170,86	
								184670,86	**268,71**
11	2.1-17-93	МОНТАЖ ВСАСЫВАЮЩЕГО КОЛЛЕКТОРА	*100м*	1,5					
		ЭМ			5128,1	1	2,67	627366,12	
		в т.ч. ЗПМ			616,95	1	8,6	2685201,97	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				309264,99	
								120677,45	**23932,16**
12	3.29-87-3	УКЛАДКА СБОРНОЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ ИЗ БЛОКОВ МЕХАНИЧЕСКИМ УКЛАДЧИКОМ В ТОННЕЛЯХ ДИАМЕТРОМ, М: ОТ 3,01 ДО 4	*100 м3*	13,22					
		ЗП			6629,04	1	8,6	75368,82	
		ЭМ			19,16	1	4,1	1038,51	
		в т.ч. ЗПМ			3,83	1	8,6	(435,44)	
		ТРУБОУКЛАДЧИКИ ДЛЯ ТРУБ ДИАМЕТРОМ 250-500 ММ	маш-ч	8,82				41588,22	
								66857,12	**50639,72**
13	1.1-1-1338	ДЕМОНТАЖ ВСАСЫВАЮЩЕГО КОЛЛЕКТОРА	*100м*	1,5					
		ЗП			310,96	1	8,6	12470,78	
		ЭМ			230,02	1	4,17	44755,50	
		в т.ч. ЗПМ			67,18	1	8,6	(2697,72)	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				52028,40	
		ЗТР	чел-ч	18,1		1			844,55
								22154,68	**47448,49**
14	3.29-98-2	УСТАНОВКА НАСОСОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ С ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ МАССОЙ АГРЕГАТА, Т , ДО 0.2	*комп.*	4					
		ЗП			1075,47	1	8,6	20308,96	
		ЭМ			789,84	1	4,17	72328,18	

		в т.ч. ЗПМ			230,69	1	8,6	(43567,19)	
		НР от ЗП	%	142				28814,72	
		СП от ЗП	%	70				142176,27	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				84084,68	
		ЗТР	чел-ч	62,6		1			1374,7
								79042,81	**35979,64**
15	3.29-100-1	ФЛАНЦЫ СТАЛЬНЫЕ ПЛОСКИЕ ПРИВАРНЫЕ С СОЕДИНИТЕЛЬНЫМ ВЫСТУПОМ ИЗ СТАЛИ ВСТ3СП, ДАВЛЕНИЕ 1 (10) МПА (КГС/СМ2),ГОСТ 12820-80, ДИАМЕТР, ММ, 80	*шт*	16					
		ЗП			137,78	1	8,6	81308,39	
		ЭМ			31,07	1	5,5	11726,13	
		в т.ч. ЗПМ			4,14	1	8,6	(2443,15)	
		МР			930,54	1	20,17	12872,00	
		НР от ЗП	%	142				11457,91	
		СП от ЗП	%	70				56915,87	
		НР и СП от ЗПМ	%	193				4715,28	
		ЗТР	чел-ч	8,02		1			550,33
								39815,58	**5813,40**
16	1.1-1-1330	НАСОСЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВОДООТЛИВА ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ 100 М3/Ч ПРИ НАПОРЕ 60 М	*маш-ч*	1732					
		МР			280,9	1	20,23	18672,00	
								12682,00	**56478,26**

Итого **4 191 549,31**

НДС 18% **754 478,88**

Итого с НДС	**4 946 028,19**

Сводная смета на строительство станции метрополитена «ул. Окская»

№ п/п	Наименование главных объектов, работ и затрат	Сметная стоимость, руб.				
		Строительных работ	Монтажных работ	Оборудования	Прочие затраты	Общая стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	**Глава 1** Подготовка территории строительства	18894463,6	37411037,93	—	—	56116556,89
	Глава 2 Основные объекты строительства:					
2	перегонный тоннель	1612000000	—	—	—	1612000000
3	станция	1158555173,49	—	—	—	1158555173,49
4	демонтажно-щитовая камера	91278991				91278991

	Глава 3 Объекты подсобного и обслуживающего назначения:					
5	Ремонтно-техническая мастерская	23909232,83	290248,65	386998,2	290248,65	24865602,1469
6	АБК	73536071,43	—	36768035,714	—	110304107,143
	Глава 4					
7	Объекты энергетического хозяйства.	193513,35	832298,37	—	9285090,11	10120748,225
	Глава 5					
8	Объекты транспортного хозяйства и связи	—	3579849,32	—	—	3579849,32
	Глава 6 Наружные сети:					
9	Сооружение водоснабжения и канализации	3695952,541	—	—	—	3695952,541
10	Теплоснабжение	9162467,24	—	—	—	9162467,24
	Глава 7					

11	Благоустройство и озеленение территории	1944725	—	—	—	1944725
12	**Глава 8** Временные здания и сооружения	119247683	—	—	—	119247683
	Итого по главам 1-8:	3112418273,481	42113434,27	37155033,915	9314114,76	3200871856
13	**Глава 9** Сооружение дирекции предприятий	—	—	—	15896485,908	15896485,908
14	Авторский надзор	—	—	—	5901621	5901621
13	**Глава 10** Подготовка эксплуатации кадров	—	—	—	5901621	5901621
	Глава 11					

14	Проектные и изыскательские работы	—	—	—	31445935,856	31445935,856
15	Неучтенные затраты	—	—	—	—	140291392,23
Итого по смете:		3112418273,481	42113434,27	37155033,915	68459778,52	623100791

8.3. Технико-экономические показатели строительства

Стоимость сооружения перегонного тоннеля щитовым комплексом «Herrenknecht AG» Ø 6,28 м в ценах 2013 года составляет 1612 млн. руб.

Стоимость сооружения перегонного тоннеля щитовым комплексом КМ42-М1 Ø 5,684 м с учетом затрат на водопонижение составляет 1126,32 млн. руб.

Таким образом, сооружение тоннеля по первому варианту превышает стоимость второго на 485,68 млн. руб. Тем не менее, считаю целесообразным применение ТПМК «Herrenknecht AG», так как за счет более скоростной проходки этим щитом достигается необходимый экономический эффект.

Также на выбор повлияла более высокая технологичность данного комплекса, что позволяет в значительной мере сократить ручной труд и сроки строительства.

В заключение приведем основные технико-экономические показатели по строительству подземного сооружения в целом (демонстрационный лист №12).

Таблица 16. Технико-экономические показатели строительства станции

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Количество
1	Эксплуатационная производительность	чел./сут.	276000
2	Срок эксплуатации сооружения	лет	100
3	Размер стройплощадки	$м^2$	23000
4	Среднегодовая численность рабочих	чел.	90
5	Среднегодовая выработка рабочего на СМР	Тыс. руб.	720
6	Общий объем зданий и сооружений	$м^3$	92,4
7	Сметная стоимость строительства	млн. руб.	3706,218
8	Сметная стоимость с учетом строительства перегонного тоннеля	млн. руб.	6231,00
9	Общий срок строительства	мес.	33

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В своем дипломном проекте я рассмотрел проектные и организационные решения по строительству станции метро «ул. Окская» Кожуховской линии метрополитена г. Москвы.

В специальной части проекта были проанализированы конкурентоспособные варианты строительства перегонного тоннеля, подробно рассмотрена технология щитовой проходки и организация работ, произведен расчет конструкции обделки тоннеля. В результате сравнения щитовых комплексов по стоимости, скорости проходки и технологичности, а также с точки зрения экологической безопасности, в качестве основного был выбран ТПМК фирмы «Herrenknecht AG» Ø 6,28 с грунтопригрузом забоя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50-101-2004, Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений, приложение Д, табл. №9;
2. В.П. Волков, С.Н. Наумов «Тоннели и метрополитены», М.: Транспорт, 1975 г.;
3. Г.М. Богомолов, Д.М. Голицынский, «Справочник инженера-тоннельщика», М.: Транспорт, 1993 г.;
4. СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция;
5. Б. А. Картозия, М. Н. Шуплик, Б. И. Федунец, «Шахтное и подземное строительство» Т.II, М.: Изд-во Академии горных наук, 2001 г.;
6. СП 48.12220.2011 Организация строительства;
7. М.Ю.Соколов, А.Н.Коньков, «Механизация тоннелепроходческих работ», СПб.: ПГУПС, 2005 г.;
8. В.А. Бреннер, А.Б. Жабин, «Щитовые проходческие комплексы», М.: МГГУ, 2009 г.;
9. Насонов И.Д., Ресин В.И., Шуплик М.Н., «Технология строительства подземных сооружений. Ч.III. Специальные способы строительства», М.: АГН 1998 г.;
10. А.В. Емельянов, Д. Б. Клейман, «Водопонижение в строительстве», М.: Стройиздат, 1971 г.;
11. А.М.Цехин, А. Ю.Борисов, «Оборудование и инструмент щитовых проходческих комплексов», КузГТУ, 2011 г.;
12. Ю.С. Фролов, Т. В. Иванес, «Сооружение тоннелей щитами с активным пригрузом забоя», Спб.: ПГУПС, 2011 г.;
13. Ю. С. Фролов, Т.В. Иванес, «Проектирование и расчет обделок тоннелей, сооружаемых щитовым способом», Спб.: ПГУПС, 2004 г.;
14. Б.А. Картозия, В.Н. Борисов, «Инженерные задачи механики подземных сооружений», М.: МГГУ, 2001 г.;

15. К.З. Ушакова, «Рудничная вентиляция», М.Недра, 1998 г.;