

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
Шахтное и подземное строительство

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ С.А. Вохмин
« _____ » _____ 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Специальность 130406.65 «Шахтное и подземное строительство»
«Проектные решения при строительстве шестого Железнодорожного
тоннеля трассы «Адлер – Альпика сервис» на участке тектонически
нарушенных пород со специальной частью «Способы пересечения
тоннелем нарушенных зон и укрепления породы в забое»

Пояснительная записка

Руководитель _____ канд.техн.наук, доцент _____ Д.А. Урбаев
подпись, дата
Выпускник _____ А.В. Белкин
подпись, дата

Красноярск 2016

Содержание

РЕФЕРАТ.....	7
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Исходные данные.....	9
1.1 Физико-географическая характеристика района.....	9
1.2 Геологическое строение.....	13
1.2.1 Стратиграфия.....	13
1.2.2 Тектоника и сейсмичность.....	14
1.2.3 Современные экзогенные геологические процессы.....	16
1.2.4 Геоморфология.....	18
1.3 Горногеологические условия строительства.....	19
1.3.1 Гидрогеология.....	20
1.3.2 Газоносность пород.....	21
1.3.3 Физико-механические свойства пород.....	21
1.3.4 Инженерно-геологические условия проходки тоннеля.....	24
1.4 Выводы.....	29
2 Проектирование строительства шестого железнодорожного тоннеля трассы Адлер – Альпика сервис на участке тектонически нарушенных пород	31
2.1 Практика строительства подземных сооружений в сложных геомеханических условиях.....	31
2.2 Анализ исходных данных участка нарушенных пород.....	57
2.3 Проектирование тоннельных конструкций на участке нарушенных пород.....	58

						ДП - 130400.65.00.05 -1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			3

2.3.1	Габариты и поперечное сечение тоннеля на участке нарушенных пород.....	58
2.3.2	Материалы тоннельных конструкций.....	59
2.3.3	Конструкция обделки тоннеля.....	60
2.3.4	Подбор состава бетона	61
2.4	Обоснование последовательности раскрытия сечения тоннеля на участке нарушенных пород.....	64
2.5	Проходческое оборудование для строительства тоннеля на участке нарушенных пород.....	65
2.6	Специальные мероприятия по укреплению грунтового массива на тектонически нарушенном участке	67
2.7	Проходка каллоты на участке тектонически нарушенных пород	70
2.8	Проходка штроссы на участке тектонически нарушенных пород	73
2.9	Возведение постоянной обделки тоннеля на тектонически нарушенном участке	77
3	Специальная часть «Способы пересечения тоннелем нарушенных зон и укрепления породы в забое».....	79
4	Электромеханическая часть.....	91
4.1	Подземный транспорт	91
4.2	Водоотлив	91
4.3	Компрессорное хозяйство	92
4.4	Электроснабжение	93
5	Вентиляция	98

5.1	Расчет необходимого количества воздуха для проветривания тоннеля во время проходки.....	98
5.2	Расчет аэродинамических характеристик	100
5.3	Расчет режимов вентилятора	101
5.4	Расчет депрессии вентилятора.....	101
5.5	Расход тепла на нагрев приточного воздуха в холодный период года.....	103
6	Безопасность и экологичность проекта	104
6.1	Идентификация вредных и опасных факторов при проходке тоннеля	104
6.2	Мероприятия по технике безопасности.....	106
6.2.1	Меры безопасности при ведении проходческих работ.....	106
6.2.2	Мероприятия по предотвращению поражения электрическим током.....	108
6.2.3	Мероприятия по обеспечению безопасности работ при работе самоходных машин	110
6.2.4	Мероприятия по предотвращению прорыва воды	111
6.2.5	Меры безопасности при ведении маркшейдерских работ...	112
6.2.6	Мероприятия по предотвращению падения людей с высоты	114
6.3	Мероприятия по производственной санитарии	114
6.3.1	Мероприятия по борьбе с пылью	114
6.3.2	Мероприятия по улучшению освещённости.....	115
6.3.3	Мероприятия по снижению производственного шума и вибрации.....	117

РЕФЕРАТ

В данном дипломном проекте рассматривается строительство участка тектонически нарушенных пород тоннеля № 6 трассы «Адлер-Альпика сервис».

Во введении обосновывается актуальность строительства, ставится цель и задачи проекта.

Первая глава посвящена геологическому строению участка нарушенных пород и горно-геологическим условиям строительства.

Во второй главе дается обзор практики строительства горных выработок в аналогичных или близких условиях, проводится обоснование технических и технологических решений строительства участка нарушенных пород тоннеля № 6.

Третья глава посвящена специальному вопросу, а точнее анализу способов пересечения тоннелем нарушенных зон и укрепления породы в забое.

В четвертой главе рассмотрены вопросы обеспечения основных производственных процессов.

В пятой главе проведены расчеты вентиляции при проходке данного участка.

В шестой главе рассмотрена безопасность и экологичность проекта.

В седьмой главе определена сметная стоимость строительства участка.

В заключении представлены общие выводы по итогам проектирования.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки объемом 160 страница текста, 13 таблиц, 36 иллюстраций, 31 формулы, 9 страниц приложений, 45 литературных источников и графической части на 9 листах формата А1.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

ВВЕДЕНИЕ

Инвестиционная привлекательность любого государства во многом зависит от ее транспортной доступности, развитых региональных авто- и жд магистралей. Развитие собственных курортных зон является одной из приоритетных задач общегосударственного уровня. Краснодарский край, а именно черноморское побережье издавна является здравницей всей страны, а теперь и в перспективе всего континента.

Прокладка трассы «Адлер-Альпика сервис» откроет Сочинскую агломерацию для туристов с другой стороны – со стороны зимнего отдыха. Трасса проходит в гористом рельефе южного склона Западного Кавказа, что диктует необходимость строительства большого числа тоннелей. Действие поверхностной воды, экзо- и эндогенных процессов усложнило горно-геологические условия строительства.

Сложные условия по трассе шестого тоннеля требуют применения соответствующих проектных решений. Современная техника и технологии, позволяют строить тоннель даже в зонах тектонически нарушенных пород. Но требуется тщательная проработка решений, как на стадии проектирования, так и в процессе строительства.

Если студенту-дипломнику еще предстоит проявить себя в практической деятельности, как строителю, то проектная деятельность шлифуется при написании курсовых и дипломного проекта. Особенность проектирования сложных объектов, каким является железнодорожный тоннель, заключается во взаимодействии с геологическими данными, нормативными документами, спецификациями на оборудование и др.

Ниже представлен проект на строительство участка тоннеля № 6 трассы «Адлер-Альпика сервис». Данный участок требует предварительного закрепления грунта, что отразилось на всей технологии строительства.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

1 Исходные данные

1.1 Физико-географическая характеристика района

Район работ расположен на южном склоне Центрального Кавказа в пределах долины р. Мзымты на территории Адлерского района г. Б.Сочи Краснодарского края РФ. Северной границей площади работ является южная граница Кавказского заповедника напротив поселка Эсто-Садок, южной - п. Форелевое хозяйство. Трасса совмещенной ж/д и автодороги проходит по левому и правому берегам р. Мзымта. Протяженность трассы 29,6 км. В нее входят 6 тоннелей общей длиной 10,545 км, приуроченных только к левому склону долины [1].

Ведущей народнохозяйственной отраслью является сельское хозяйство и туризм. Местное население занято в основном в сельском хозяйстве и в сфере обслуживания турбаз и домов отдыха.

Рельеф трассы среднегорный сильно расчлененный, с крутыми склонами. Горные склоны сильно изрезаны овражно-балочной сетью. Абсолютные отметки по трассе колеблются от 85 м до 600 м, в районе тоннеля 6 от 495 до 600 м. Категория сложности условий - III.

Растительность. Трасса проходит по лесным массивам Кепшинского лесничества. Среднегорные леса (400-1000 м) представлены буком, каштаном с густым подлеском. Проходимость территории плохая.

Реки. Бассейн р. Мзымты относится к территории, расположенной на южных склонах западной части Главного Кавказского хребта и его отрогов. Эта территория попадает на северную периферию субтропической зоны. Южный склон Западного Кавказа и склоны его отрогов изрезаны глубокими

					ДП - 130400.65.00.05 – 1017592ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Белкин А.В.			<i>Проектные решения при строительстве шестого железнодорожного тоннеля трассы «Адлер - Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Стримжа Т.П.					9	151
<i>Н. Контр.</i>		Зайцева Е.В.				<i>Кафедра ШПС ИГДГиГ СФУ</i>		
<i>Утверд.</i>		Вохмин С.А.						

ущельями множеством рек и ручьев, впадающих в р. Мзымту. Большая крутизна склонов, достигающих часто 40-60°, и сильная расчлененность рельефа способствуют быстрому стеканию талых и дождевых вод в русла рек.

Долины рек V-образные, каньонообразные, реже трапециевидные и ящикообразные, извилистые, шириной по дну от 10 м до 0,1-0,5 км. Склоны долин крутые, в нижней части нередко с обрывами высотой от 3-5 до 250 м. В долинах развиты пойма и до четырех надпойменных террас. Террасы двухсторонние, прерывистые, высотой 25-40, 10-25, 1-5 и 2-5 м, шириной 10-70 м, разделены, как правило, задернованными уступами крутизной 20-50°, реже до 80-90°. Пойма высотой 0,3-3,0 м, шириной 10-700 м, двухсторонняя, прерывистая. Поверхность террас ровная, поймы иногда расчленены старицами. Ущелья шириной 10-50 м, со склонами крутизной 30-60°. Промоины (встречаются через 50-300 м) V-образные, глубиной 1,5 м, шириной по верху 1,0-2,5 м, со склонами крутизной 30-60°.

Гидрографическая сеть района горного типа и относится к бассейну Черного моря. Река Мзымта, являющаяся самой крупной рекой района, берет начало на южном склоне Главного Кавказского хребта и в районе пос. Красная Поляна принимает ряд притоков, наиболее крупными из которых, в районе работ являются реки Ачипсе, Чвежипсе и Кепша.

Река Мзымта характеризуется непродолжительной меженью также в зимний период (январь-февраль), когда на большей части ее бассейна осадки выпадают в виде снега, сохраняющегося до весеннего половодья.

Реки бассейна р. Мзымты в районе пос. Красная Поляна, в целом отличаются большой водностью, с обильным грунтовым питанием, составляющим около 50% годового стока, особенно малых рек.

Для рек бассейна Черного моря ледостав не характерен. В верховьях р. Мзымты и в средней части ее течения неоднократно отмечалось переохлаждение воды и образование шуги и донного льда.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ					

На реках пики мутности, как и пики расходов воды, наблюдаются во все сезоны года и обусловлены дождевыми осадками, и чем обильнее и продолжительнее выпадение осадков, тем больше мутность воды.

Климат является важнейшим фактором формирования подземных вод, который определяет гидродинамический, температурный и химический режим последних, главным образом, в зоне активного водообмена. Закономерная смена атмосферных процессов определяет размеры и периоды преобладающего питания или оттока (дренирования) водоносных горизонтов и в совокупном воздействии с рядом других факторов (рельеф, гидрографическая сеть, геологическое строение, биологические факторы и пр.) определяет характерные черты режима подземных вод, свойственные определенному климатическому типу.

Согласно [17] район проведения изысканий находится в нормальной строительно-климатической и влажной зоне влажности России, климатического района - IVБ.

Рассматриваемая территория относится к южной части переходных климатов умеренной зоны [17] и отличается разнообразием – от субтропического на Черноморском побережье до холодного в высокогорье и климатической зоной «избыточного увлажнения», охватывающей часть бассейна р. Мзымты с гипсометрическими отметками более 500 м.

Среднегодовая скорость ветра изменяется от 1,8 м/с (Красная Поляна) до 3,3 м/с (Адлер).

Сочетание двух важных факторов - защищенность горами от холодных масс воздуха с севера и близость моря – сделало Черноморское побережье одним из самых теплых районов России. Среднемесячная температура воздуха зимой положительная – до +5,8° (Адлер). Морозы в 9° и ниже могут здесь наблюдаться не чаще одного раза в 10 лет.

Устойчивого снежного покрова в предгорных и прибрежных орографических поясах не бывает. Число дней со снежным покровом и наибольшая его мощность увеличивается с высотой.

Зима умеренно мягкая, является наиболее дождливым сезоном и по количеству осадков, и по числу дней с осадками. Снег выпадает каждую зиму, но снежный покров образуется обычно на короткое время и быстро сходит. Морозный период длится примерно с конца декабря до середины февраля. Лето теплое и влажное, летние дожди обычно непродолжительные, имеют ливневой характер и часто сопровождаются сильными грозами. Переходные периоды длительные, умеренно теплые. Средняя годовая температура воздуха равна $+10,2^{\circ}\text{C}$. Самым холодным месяцем в году является январь ($- 0,3^{\circ}\text{C}$), самым теплым июль ($+ 20^{\circ}\text{C}$).

Дата установки устойчивого снежного покрова (высота снега 30 см и более) в *пос. Красная Поляна* (абс.отм. 566 м): 3-я декада января, высота снега 37 см. Дата установки устойчивого снежного покрова (высота снега 30 см и более) в районе *горы Ачишхо* (абс.отм. 1880 м): 1-я декада октября (высота снега 384 см).

Дата схода устойчивого снежного покрова в *пос. Красная Поляна*: 1-я декада апреля (35 см), 2-я декада апреля (15 см). Дата схода устойчивого снежного покрова на *г. Ачишхо*: 3-я декада июня (42 см).

Преобладающее направление ветра зимой: северное, северо-западное, летом: юго-западное. В целом за год преобладают ветры северного направления.

Температурный режим определяется помимо внешних причин, характером рельефа, абсолютными отметками поверхности. Заметное влияние оказывает ветровой режим (горно-долинные ветры, фены и морские бризы). Абсолютный минимум температуры воздуха достигает -23°C , абсолютный максимум $+40^{\circ}\text{C}$.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

За год выпадает 1957 мм осадков, основное количество которых (1165 мм) выпадает в холодное время года с ноября по апрель. Наибольшее количество осадков наблюдается в декабре – 251 мм, наименьшее в июле – 110 мм. Максимальное суточное количество осадков наблюдается в августе – 188 мм. Число дней с осадками более 0.1 мм – 176, более 5 мм – 89. Количество дней без солнца по метеостанции Красная Поляна за год – 77.

Основная часть осадков выпадает в виде дождя, в зимний период часты снегопады, метели. Максимальная мощность снежного покрова зафиксирована на хребте Ачишхо и составила 699 см.

Дефицит влажности (или недостаток насыщения) достигает максимальных значений летом и составляет 3,7-5,2 мб, уменьшаясь до 1,1-1,2 мб зимой.

Испаряемость с водной поверхности для рассматриваемого района изменяется от 23,9-29,7 мм в декабре до 103,9-105,8 мм в июле-августе, а средняя годовая испаряемость равна 655 мм.

1.2 Геологическое строение

1.2.1 Стратиграфия

На изученной территории распространены осадочные и магматические метаморфизованные стратифицированные образования мезозойского и кайнозойского возраста.

Нижний отдел

Эстосадокская свита (Jies) залегает в основании видимого разреза Краснополянской СФЗ в районе пос. Эсто-Садок (р. Мзымта). Соотношения с нижележащими отложениями не ясны. Встречена на участке 6 тоннеля. Представлена темно-серыми и зеленовато-серыми аргиллитами (80%) с

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

прослоями конгломератов, песчаников (10%), алевролитов (5%), а в верхней части битуминозных известняков (5%). Общая мощность 600м.

Четвертичные отложения

В пределах описываемой территории четвертичные отложения подразделяются на ниже-современные звенья нерасчлененные, верхнее звено, верхне-современное звенья нерасчлененные и современное. Подразделение геолого-генетических типов четвертичных отложений проведено в соответствии с материалами, изложенными в [2].

Делювиальные отложения (dIV):

1. Суглинок с дресвой и щебнем до 20-30%, глыбами до 15%.
2. Углистые алевросланцы темно-серого, черного цвета, тонко-среднеплитчатые, жирные на ощупь с разноориентированными кварцевыми прожилками, мощностью от долей мм до 10-15 см и гнездами до 1,5-2 см.
3. Алевросланцы темно-серого цвета с прожилками кварца.
4. Глина темно-коричневого цвета тугоплатичная с дресвой, щебнем и глыбами пород.
5. Алевросланцы с прослоями мощностью до 20 см песчаников серого цвета, тонкозернистых, по трещинам ожелезненных.

1.2.2 Тектоника и сейсмичность

Краснополянская зона (паравтохтон) сложена в пределах территории трассы среднеюрскими осадками терригенно-вулканогенной формации островодужного шельфа мощностью более 2380 м, которые обнажаются в пределах Ачишхинского выступа. Внутренняя структура комплекса характеризуется развитием серии килевидных, слабо запрокинутых на юг, складок с размахом крыльев 1-1,5 км и углами падения 65-70°. Морфология складок, их пространственное положение и ориентировка указывают на

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Большая часть разломов залечена гидротермальными процессами, но некоторые претерпели повторное тектоническое воздействие, особенно на участках их глубокого заложения, что хорошо отслеживается по атмосферической съемке и линеаментному анализу, и подтверждается дешифровкой с использованием математической модели – Марковским цепям.

Изучаемый район приурочен к району с высокой сейсмической активностью. В соответствии с [18,19] нормативная расчетная сейсмичность определяется в 9 баллов.

1.2.3 Современные экзогенные геологические процессы

Согласно [5,6], район прохождения трассы характеризуется большой степенью опасности развития экзогенных геологических процессов.

Эрозия здесь является одним из главных экзогенных процессов, формирующих рельеф, с ней связано формирование очень глубоких горных ущелий и каньонообразных долин, прорезающих горные хребты. Следы древнего оледенения в виде одиночных каров сохранились лишь на наиболее высоких вершинах – Аигба и Агепста.

Климатической особенностью региона можно считать выпадение большого количества атмосферных осадков в сравнительно короткий период, что служит причиной резкого проявления *эрозионных процессов (овраги, промоины)* и, кроме того, атмосферные осадки вызывают интенсивный плоскостной смыв и активизируют *оползневые процессы*.

В пределах участка работ развит комплекс физико-геологических явлений: обвалы, процессы, связанные с воздействием текучих вод (эрозией), оползни.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

обследования оползень находился в верхней части в активном состоянии, о чем говорят активные стенки срыва и многочисленные трещины растяжения в теле оползня. Влияния на тоннель нет.

Все перечисленные явления представляют угрозу для проектируемого объекта, как на стадии строительства, так и при эксплуатации, и требуют проектирования противообвальных стенок, галерей, пропусков и др. С северной части участка строительства, кроме того, необходимо предусмотреть противооползневые мероприятия (по оползню №7).

1.2.4 Геоморфология

Для территории долины р. Мзымты выделяются две категории рельефа – денудационный и аккумулятивный. К денудационному типу рельефа относятся участки склонов, созданные эрозионными процессами. Для денудационно-эрозионных склонов характерна значительная крутизна (15-30°), испещренность мелкими промоинами, вогнутая или прямая форма поверхности. Они обычно задернованы, покрыты кустарником или лесом. К аккумулятивному рельефу относятся формы, образовавшиеся в результате накопления поверхностных отложений, и представленные поверхностями конусов выноса, делювиально-коллювиальными шлейфами, оползневыми телами, пологими и субгоризонтальными поверхностями.

Высокая пойма находится на высоте 0,5-2,0 м, возможно, имеет несколько гипсометрических уровней. Широко развита в районе пос. Эсто-Садок, поверхность волнистая с русловыми старичными понижениями, ширина ее 100-250 м, обычно густо залесена. Низкая пойма и русло реки Мзымты прослеживаются в днищах поверхности повсеместно. Уклоны поверхности низкой поймы р. Мзымты составляют 1,0-1,5°. Окружающие склоны относятся к высокогорному и среднегорному эрозионно-тектоническому рельефу.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Горно-геологические условия подземного строительства следует оценивать комплексно на основании инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

1.3.1 Гидрогеология

Подземные воды на участке трассы распространены локально в толще глинистых четвертичных и коренных отложений. В юрских отложениях постоянный водоносный горизонт отсутствует, так как атмосферный сток поглощается многочисленными трещинами, транзитом проходит по мощной толще, разгружаясь в долинах рек [10].

Общая характеристика гидрогеологических условий района работ приводится для основных типов грунтов встреченных на трассе.

Установившийся уровень подземных вод, приуроченных к покровным глинистым четвертичным образованиям, зафиксирован на глубинах от 0,5 метра и глубже. Повсеместно в периоды обильных дождей и снеготаяния возможно появления “верховодки” до глубины 0,5 метра, поэтому максимально прогнозируемый уровень подземных вод следует брать на 1 метр выше зафиксированного. В летний, засушливый период “верховодка” может отсутствовать [11].

В аллювиальных отложениях подземные воды имеют постоянный характер. Глубина залегания варьирует в различных пределах. Эти воды могут иметь даже сезонный слабонапорный характер. Вышеперечисленные типы подземных вод, как правило, разгружаются в виде постоянно действующих родников с различным дебитом.

Подземные воды юрских отложений имеют пластово-трещинный характер. Питание горизонтов подземных вод осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка происходит в балки и ручьи.

Наличие подземных вод или признаков обводненности грунтов на участках склонов является неблагоприятным признаком для надежности сооружений и на прямую влияют на активизацию оползневых процессов, такие участки являются опасными в оползневом отношении.

Участки нарушенных и водонасыщенных пород, как следует из комплексной интерпретации электроразведочных работ и СШП-георадиолокации, приурочены к крутозалегающим нарушениям. В то же время эти участки расположены на горизонте тоннеля № 6. То есть здесь имеет место нарушенность пород, укладываемая в единую субгоризонтальную зону, которая оказалась водонасыщенной. При этом крутозалегающие нарушения служат дренирующими каналами поверхностных вод на глубину.

Подземные воды, как правило, пресные, не агрессивные.

1.3.2 Газоносность пород

В пределах тоннеля, в интервале ПК 452+50 м -453+50 м, выявлена одна небольшая аномалия по инертным газам (Рисунок 1.1). Аномалия отрисована по 5 аномальным точкам радона и одной торона. Аномалия среднеконтрастная, максимальное значение радона здесь достигает 38515 Бк/м³, превышая фон в 5 раза. В геоморфологическом плане аномальные значения радона и торона находятся в древнеоползневой зоне. Но, вероятнее всего, аномалия связана с активностью разрывного нарушения, оперяющего Шахе-Мзымтинский разлом [2].

1.3.3 Физико-механические свойства пород

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592 ПЗ

Лист	22
------	----

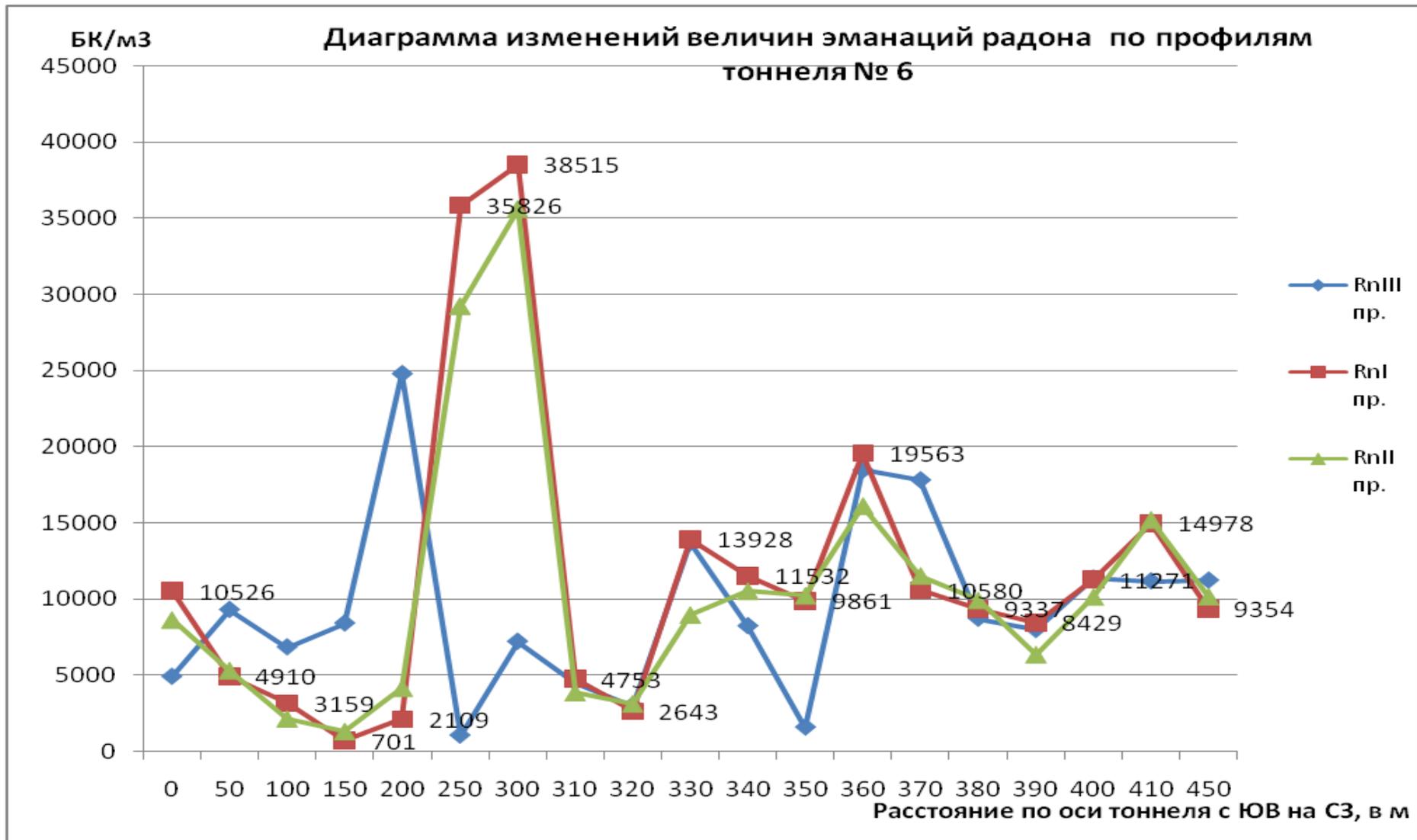


Рисунок 1.1 - Диаграмма изменений величин эманаций радона по профилям тоннеля

Четвертичные отложения представлены делювиальными, делювиально-пролювиальными, оползневыми образованиями. Характеристика физико-механических свойств четвертичных грунтов дана по данным [2] и согласно нормативных документов [12-16].

ИГЭ 4.4. Делювиальные отложения представлены суглинками твердой и полутвердой консистенции. Плотность отложений $2,00 \text{ г/см}^3$. Усредненные сдвиговые характеристики: $\varphi = 17,2^\circ$, $c = 0,027 \text{ МПа}$. Модуль деформации $35,5 \text{ МПа}$.

Эстосадокская свита (J1es). Представлена темно-серыми и зеленовато-серыми аргиллитами (80%) с прослоями песчаников (10%), алевролитов (5%), туфопесчаников и порфиритов (5%). Разрез свиты, исходя из состояния массива (по устойчивости, с учетом трещиноватости и геофизических данных), был разбит на два инженерно-геологических элемента (ИГЭ 7.2.4es и 7.2.5es).

ИГЭ 7.2.4es. Породы трещиноватые, участками сильнотрещиноватые. Аргиллиты средней прочности в воздушно-сухом и в водонасыщенном состоянии (для воздушно-сухого состояния составляет в среднем $R_c = 39,4 \text{ МПа}$; для водонасыщенного состояния в среднем $R_{св} = 23,0 \text{ МПа}$). Плотность пород меняется незначительно, в среднем $2,57 \text{ г/см}^3$. Размягчаемые.

ИГЭ 7.2.5es. Породы слаботрещиноватые, участками трещиноватые. Аргиллиты средней прочности в воздушно-сухом и в водонасыщенном состоянии (для воздушно-сухого состояния составляет в среднем $R_c = 40,0 \text{ МПа}$; для водонасыщенного состояния в среднем $R_{св} = 32,2 \text{ МПа}$). Неразмягчаемые. Плотность пород меняется незначительно, в среднем $2,57 \text{ г/см}^3$. Для встреченных в этих отложениях песчаников (до 5%) прочность для воздушно-сухого состояния в среднем $R_c = 60,6 \text{ МПа}$; для водонасыщенного состояния в среднем $R_{св} = 39,8 \text{ МПа}$ при плотности $2,62 \text{ г/см}^3$. Для туфопесчаников и порфиритов для воздушно-сухого состояния составляет в

среднем $R_c=137,4\text{МПа}$; для водонасыщенного состояния в среднем $R_{св}=51,7\text{МПа}$ при плотности $2,67\text{ г/см}^3$.

В таблице ниже приведены характеристики плотности и прочности с учетом водоустойчивости горных пород. Деформационные характеристики пород (Таблица 1.1) рассчитаны по результатам сейсморазведочных работ [2].

1.3.4 Инженерно-геологические условия проходки тоннеля

Проектируемый железнодорожный тоннель № 6 длиной 407,16м (от ПК450+92.74 до ПК454+99.90), сооружается в коренных породах эстосадокской (J_{1es}) свиты нижней юры.

Трасса тоннеля находится в зоне влияния крупного Шахе-Мзымтинского разлома, имеющего крутое падение на северо-восток и юго-запад. Тоннель проходит по простиранию отложений, полого падающих на юго-запад. Надо ожидать встречу с разрывными нарушениями и зонами трещиноватости, оперяющими Шахе-Мзымтинский разлом.

Оценена обводненность горного массива и дан прогноз местоположения участков повышенной водонасыщенности горных пород. Последние приурочены к зонам тектонических нарушений (или геологическим границам) на горизонте тоннеля.

По данным метода ЭМИ СШП-зондирования в большом количестве выделены зоны водонасыщенных пород. Во избежание перегрузки графического материала они показаны не все, но структурные элементы, подтвержденные электроразведочными работами, на графику вынесены.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Таблица 1.1 - Показатели физико-механических свойств пород по участку нарушенных пород тоннеля № 6

Условия строительства. Наименование комплексов пород	Коэффициент крепости по Протодьяконову (по устойчивости)	Плотность ρ , г/см ³	Временное сопротивление сжатию R_c , МПа		Кажущийся угол внутреннего трения φ^* , град	Угол внутреннего трения, φ , град	Сцепление, c , МПа	Модуль упругости, МПа		Модуль общей деформации E_0 , МПа	Коэффициент удельного упругого отпора $K_{уд.упр.отп.}$, кг/см ² (Н/см ³)	Коэффициент Пуассона, ν
			в воздушно-сухом состоянии	В водонасыщенном состоянии				Динамический	Статический			
1	2	3	4	5	6			7	8	9	10	11
Весьма неблагоприятные. ИГЭ4.4.(QIV). Суглинок твердый, полутвердый с включением дресвы и щебня до 20-30%, и глыб до 15%	0,9	2,00	$R_0 = 0,6$			17,2	0,027			35,5		
Эстосадокская свита.(J₁ es) Темно-серые и зеленовато-серые аргиллиты (80%) с прослоями песчаников (10%), алевролитов (5%), туфопесчаников и порфиритов (5%)												
Относительно благоприятные. ИГЭ 7.2.5 es. Породы слаботрещиноватые, участками трещиноватые, средней прочности, средней устойчивости. Возможны вывалы по отдельным трещинам и напластованию	3,0-4,5	2,57	40,0	32,2	72			9830	6570	3390	2600(260)	0,30
	Песчаник	2,62	60,6	39,8								
	Порфирит	2,67	137,4	51,7								
Неблагоприятные. ИГЭ 7.2.4 es. Породы трещиноватые участками сильнотрещиноватые, средней прочности, слабой устойчивости. Возможны крупные вывалы. Проходка по частям	2,0-3,0	2,57	39,4	23,0	63			6130	3840	1870	1400(140)	0,32

Участки нарушенных и водонасыщенных пород, как следует из комплексной интерпретации электроразведочных работ и СШП-георадиолокации, приурочены к крутозалегающим нарушениям. В то же время эти участки расположены на горизонте тоннеля №6. То есть здесь имеет место нарушенность пород, укладываемая в единую субгоризонтальную зону, которая оказалась водонасыщенной. При этом крутозалегающие нарушения служат дренирующими каналами поверхностных вод на глубину. Горизонт тоннеля обводнен.

В результате выполненных работ по трассе железнодорожного тоннеля № 6 выделен 1 участок с наиболее сложными условиями его проходки.

На протяжении первых 46,68м (ПК450+92.74-ПК451+39.42) тоннель проходит в отложениях эстосадокской свиты (J1es), представленных темно-серыми и зеленовато-серыми аргиллитами (80%) с прослоями песчаников (10%), алевролитов (5%), туфопесчаников и порфиритов (5%). (ИГЭ 7.2.4es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=2,0-3,0$. Гидростатическое давление изменяется от 1,4 до 4,2 атм., водоприток к забою при проходке до 1-5м³/час. Условия строительства неблагоприятные, возможны крупные вывалы.

На протяжении следующих 10,68м (до ПК451+50.10) тоннель проходит в этих же отложениях, но породы слаботрециноватые, участками трещиноватые (ИГЭ 7.2.5es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=3,0-4,5$. Гидростатическое давление порядка 4,2 атм., водоприток к забою при проходке до 1м³/час. Условия строительства относительно благоприятные.

Следующие 88,88 м (до ПК452+38,98) тоннель проходит в этих же отложениях. Породы трещиноватые, участками сильнотрещиноватые (ИГЭ 7.2.4es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=2,0-3,0$. Гидростатическое давление изменяется от 4,2 до 7,0 атм., водоприток к забою при проходке до 1-5м³/час. Условия строительства неблагоприятные.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

На протяжении следующих 47,64м (до ПК452+86.62) тоннель проходит в этих же отложениях, но породы слаботрециноватые, участками трещиноватые (ИГЭ 7.2.5es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=3,0-4,5$. Гидростатическое давление до 6,3 атм., водоприток к забою при проходке до 1м³/час. Условия строительства относительно благоприятные.

Следующие 32,82 м (до ПК453+19,44) тоннель проходит в этих же отложениях. Породы трещиноватые, участками сильнотрещиноватые (ИГЭ 7.2.4es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=2,0-3,0$. Условия строительства неблагоприятные.

На протяжении следующих 7,42м (до ПК453+26.86) тоннель проходит в этих же отложениях, но породы слаботрециноватые, участками трещиноватые (ИГЭ 7.2.5es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=3,0-4,5$. Условия строительства относительно благоприятные.

Следующие 32,7 м (до ПК453+59,56) тоннель проходит в этих же отложениях. Породы трещиноватые, участками сильнотрещиноватые (ИГЭ 7.2.4es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=2,0-3,0$. Условия строительства неблагоприятные.

На участке ПК452+38,98-ПК453+59,56 гидростатическое давление изменяется от 3,3 до 6,2 атм., водоприток к забою при проходке до 1-5м³/час.

На протяжении следующих 56,46м (до ПК454+14.02) тоннель проходит в тех же породах. Породы слаботрециноватые, участками трещиноватые (ИГЭ 7.2.5es). Коэффициент крепости по устойчивости $f=3,0-4,5$. Гидростатическое давление до 3,3 атм., водоприток к забою при проходке до 1м³/час. Условия строительства относительно благоприятные.

Следующие 30,56 м (до ПК454+44,58) являются переходной зоной от отложений эстосадокской свиты, сильновыветрелых, сильнотрещиноватых, средней прочности и малопрочных, совершенно неустойчивых (коэффициент крепости по устойчивости $f=2,0-3,0$, ИГЭ 7.2.4es) к четвертичным отложениям, представленным суглинком твердым, полутвердым с

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ					

включением дресвы и щебня до 20-30%, и глыб до 15% (коэффициент крепости по устойчивости $f=0,9$, ИГЭ 4.4). Гидростатическое давление до 1,5 атм., водоприток к забою при проходке может составить до 1-5 м³/час. Условия строительства весьма неблагоприятные. Требуются специальные способы проходки.

На протяжении следующих 55,32м (до Северного портала тоннеля, расположенного на ПК454+99.9) тоннель проходит в четвертичных отложениях (ИГЭ 4.4). Коэффициент крепости по устойчивости $f=0,9$. Гидростатическое давление до 1,5 атм., водоприток к забою при проходке до 1-5 м³/час. Условия строительства весьма неблагоприятные. Требуются специальные способы проходки, укрепление грунтового массива буронабивными сваями с нагорной и подгорной стороны.

На 17,3% длины железнодорожного тоннеля № 6 вмещающие породы представлены четвертичными отложениями (коэффициент крепости по устойчивости $f=0,9$). Условия строительства весьма неблагоприятные. На 53,1% длины железнодорожного тоннеля №6 породы трещиноватые, участками сильнотрещиноватые, средней прочности. Коэффициент крепости по устойчивости $f=2,0-3,0$. Условия строительства неблагоприятные. На 29,5% длины тоннеля породы слаботрещиноватые, участками трещиноватые. Коэффициент крепости по устойчивости $f=3,0-4,5$. Условия строительства относительно благоприятные. Нормативные значения показателей физико-механических свойств пород приведены в Таблице 1.1.

Максимальный водоприток на забой в тоннель во время проходки не превысит 5 м³/час.

По химическому составу воды гидрокарбонатные с минерализацией до 0,22 г/л. Вода неагрессивная к бетону и арматуре железобетонных конструкций нормальной проницаемости согласно [20].

Грунты выше уровня грунтовых вод характеризуются средней степенью агрессивности к металлическим конструкциям по [20].

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Группа пород (грунтов) по трудности разработки [21]: 3 - 17%, 5 – 53%, 6 – 16%, 8 – 4%.

1.4 Выводы

1. Проектируемый железнодорожный тоннель № 6 длиной 407,16м (от ПК450+92.74 до ПК454+99.90) сооружается в коренных породах эстосадокской (J_{1es}) свиты нижней юры. Эти породы дополнительно раздроблены и ослаблены под влиянием тектонических нарушений и процессов выветривания. Аргиллиты под влиянием тектонических процессов, процессов выветривания и увлажнения подземными водами разрушаются до глины.

2. На 17,3% длины железнодорожного тоннеля № 6 вмещающие тоннель породы представлены четвертичными отложениями (коэффициент крепости по устойчивости $f=0,9$). Условия строительства весьма неблагоприятные. На 53,1% длины железнодорожного тоннеля №6 породы трещиноватые, участками сильнотрещиноватые, средней прочности. Коэффициент крепости по устойчивости $f=2,0-3,0$. Условия строительства неблагоприятные. На 29,5% длины тоннеля породы слаботрещиноватые, участками трещиноватые. Коэффициент крепости по устойчивости $f=3,0-4,5$. Условия строительства относительно благоприятные. Нормативные значения показателей физико-механических свойств пород приведены в Таблице 1.1.

3. Осложняют проходку тоннеля эндогенные геологические процессы, в результате которых образовались несколько зон крупных тектонических нарушений пересекаемых тоннелем.

4. В пределах тоннеля, в интервале ПК 452+50 м -453+50 м, выявлена одна небольшая комплексная аномалия (Рисунок 1.1). Аномалия отрисована по 5 аномальным точкам радона и одной торона. Аномалия среднеконтрастная, максимальное значение радона здесь достигает 38 515

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Бк/м³, превышая фон в 5 раз. Аномалия связана с активностью разрывного нарушения, оперяющего Шахе-Мзымтинский разлом.

5. Высоких концентраций токсичных и взрывоопасных газов - метана и угарного не выявлено.

6. Максимальный водоприток на забой в тоннель во время проходки не превысит 5 м³/час.

7. Группа пород (грунтов) по трудности разработки [21]: 3 - 17%, 5 – 53%, 6 – 16%, 8 – 4%.

8. Наличие мощного вреза у Северного портала (в районе ПК454÷455), заполненного рыхлыми четвертичными отложениями на уровне тоннеля, потребует выполнения больших объемов работ по закреплению грунтов.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

2 Проектирование строительства шестого железнодорожного тоннеля трассы Адлер – Альпика сервис на участке тектонически нарушенных пород

2.1 Практика строительства подземных сооружений в сложных геомеханических условиях

В сложных геомеханических условиях применяют следующие способы воздействия на массив:

1. Разгрузку скважинами, щелями, камуфлетным взрывом - способ предупреждения пучения пород почвы выработки за счет искусственного образования в приконтурном массиве локальной зоны пониженных напряжений.

2. Активную разгрузку, последующее упрочнение - способ изменения напряженно-деформированного состояния приконтурного массива выработки за счет его разгрузки камуфлетным взрывом с последующим упрочнением тампонажным раствором.

3. Уплотнение пород взрывом - способ упрочнения водонасыщенных глинистых пород за счет их уплотнения камуфлетным взрывом и снижения фильтрационной способности.

4. Упрочняющий тампонаж - способ воздействия на массив горных пород для создания в нем инъецированной упрочненной зоны, способной противостоять внешнему давлению пород.

5. Анкерование почвы - способ механического упрочнения пучащих пород почвы путем установки анкеров.

					ДП - 130400.65.00.05. - 1017592ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.	Белкин А.В.				Проектные решения при строительстве шестого железнодорожного тоннеля трассы «Адлер - Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород »	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Урбаев Д.А						31	151
Реценз.						Кафедра ШПС ИГДГиГ СФУ		
Н. Контр.	Зайцева Е.В.							
Утверд.	Вохмин С.А.							

кращается. Благодаря этому пучение пород почвы становится меньше или полностью прекращается.

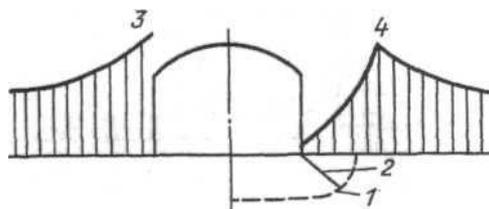


Рисунок 2.1 – Распределение напряжений при взрывощелевой разгрузке массива

Способ взрывощелевой разгрузки характеризуется следующими параметрами: длиной разгрузочных шпуров, углом их наклона к горизонтальной оси, расстоянием между разгрузочными шпурами и массой заряда ВВ в шпуре.

Согласно натурным исследованиям, удовлетворительных результатов достигают при длине разгрузочных шпуров

$$l_0 = (0,5 \div 0,7)B, \quad (2.1)$$

где B - ширина выработки в черне, м.

Расстояние между разгрузочными шпурами по длине выработки выбирают из условия обеспечения непрерывной зоны разгрузки:

$$l = 0,2l_0, \quad (2.2)$$

Шпуры бурят перпендикулярно к продольной оси выработки и под углом 15-20° к горизонту.

Массу зарядов ВВ определяют из соотношений:

$$l_0 \leq 1,5\text{м} - 200 - 300\text{г} , (1 \text{ патрон});$$

$$1,5 < l_0 \leq 2,5\text{м} - 400 - 600\text{г} (2 \text{ патрона});$$

$$l_0 > 2,5\text{м} - 600 - 900\text{г} (3 \text{ патрона}).$$

Специалистами Коммунарского горно-металлургического института разработан и внедрен способ устройства обратных сводов из разгруженных и упрочненных пород. Сущность способа состоит в том, что в почве выработки с помощью взрывания малых зарядов ВВ создают зону интенсивной трещиноватости, чем достигается разгрузка пород от напряжений. После взрывания породы в этой зоне представляют собой естественную, хорошо пригнанную по трещинам строительную конструкцию типа каменной кладки.

Связывающий раствор, нагнетаемый в разрушенную зону, поступает в трещины и заполняет их. После схватывания раствора в почве выработки образуется монолитная конструкция из скрепленных горных пород, способная выдержать значительные нагрузки со стороны массива (Рисунок 2.2).

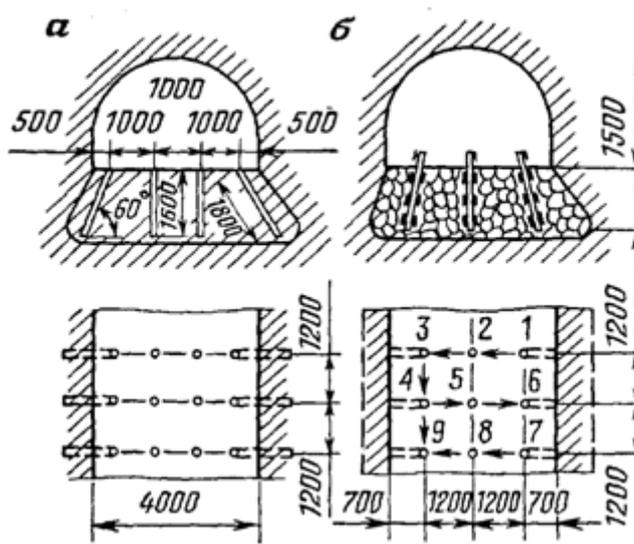


Рисунок 2.2 – Паспорт активной разгрузки и последующего упрочнения пород почвы: 1-9 – номера шпуров

Схема расположения шпуров для взрывания пород и нагнетания упрочняющего раствора в разрушенную зону показаны соответственно на Рисунке 2.2, а и б.

Областью применения способа являются горизонтальные и наклонные (до 20°) горные выработки, узлы сопряжений и камеры (площадью поперечного сечения до 40 м²) с длительным сроком службы, вне зоны влияния очистных работ, когда основной причиной пучения является напряженное состояние массива, вызывающее разрушение и выдавливание пород в выработку.

Способ применяют при условии

$$\frac{H}{R_c} \geq 16, \quad (2.3)$$

где, H – глубина заложения выработки, м; R_c – расчетное сопротивление пород сжатию, МПа.

Расчетное сопротивление пород сжатию упроченного массива

$$R_{c.y.} = (0,2 \div 0,3)R_c. \quad (2.4)$$

Расстояние между шпурами камуфлетного взрывания и их длину определяют в зависимости от необходимой минимальной глубины зоны разгрузки и упрочения пород, м:

$$h = a \left(\frac{2p}{R_{c.y.}} + 0,25 \right), \quad (2.5)$$

крупностью 1-1,5 мм и содержанием глинопылевых фракций не более 2 %.
Оптимальное соотношение цемента и песка 1:1,5, воды и цемента 1:2.

Давление нагнетания раствора в скважины не более 0,5-0,7 МПа. Процесс нагнетания следует проводить с отставанием от забоя на 15-30 м.

Расход раствора для упрочнения 1 м выработки определяют по формуле:

$$V_p = 2K_{n.p}\alpha(l + 0,7r)(K_p - 1), \quad (2.8)$$

где $K_{n.p} = 1,1 \div 1,5$ - коэффициент возможных потерь раствора; $K_p = 1,05 \div 1,1$ - коэффициент разрыхления пород; l - длина шпура.

Процесс возведения обратного свода из разгруженных и упрочненных пород включает следующие операции:

- бурение шпуров для разгрузки пород от напряжения;
- взрывание зарядов взрывчатого вещества в почве выработки;
- бурение тампонажных шпуров по разгруженным породам почвы;
- приготовление тампонажного раствора и нагнетание его в разгруженные породы;
- контроль качества и приемка работ.

Буровзрывные работы по разгрузке пород от напряжения выполняют одновременно с буровзрывными работами в забое (при отсутствии воды выработках) или отдельными заходками длиной 10-15 м вне зоны расположения технологического оборудования, т.е. с отставанием от забоя на 20-30 м. Технологический разрыв во времени между разгрузкой и упрочнением пород не должен превышать 7 сут. Для упрочнения применяют зажимной или полуциркулярный способ нагнетания, так как при этом происходит более быстрое заполнение трещин и не требуется сложного оборудования шпуров.

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ					

выработке и, в частности, в ее почве. Так при сопротивлении крепи, равном 0,2 МПа, смещения почвы уменьшаются на 35-40 %.

В соответствии со СНиП в выработках околоствольных дворов, главных магистральных и основных подготовительных с рельсовым транспортом замкнутые типы крепи необходимо применять при прогнозируемых смещениях пород почвы более 200 мм, в основных подготовительных выработках с конвейерным транспортом -при смещении более 500 мм. Для крепления капитальных выработок, где крепь работает в режиме установившегося горного давления, рекомендуют использовать жесткие и ограниченно-податливые крепи: блочные и тубинговые; монолитные железобетонные крепи с жесткой арматурой из двутаврового или специального профиля; металлическую податливую крепь (для протяженных выработок, которые могут оказаться в зоне влияния очистных работ).

В практике шахтостроения наибольшее распространение получили замкнутые металлические жесткие и податливые крепи из двутавра и спецпрофиля и железобетонные тубинговые крепи конструкции КузНИИшахтостроя ГТК. Имеется опыт применения блочных замкнутых крепей БК конструкции НИИОГРа, а также железобетонных крепей с жесткой арматурой ограниченной податливости типа МПКЗ Донгипрошахта.

Замкнутые металлические податливые крепи применяют в основных магистральных выработках, подверженных воздействию очистных работ, где пучение пород проявляется наиболее интенсивно, а крепь работает в режиме неустановившегося горного давления.

Кольцевая податливая крепь КПК (Рисунок 2.4) предназначена для горизонтальных и наклонных выработок, расположенных в неустойчивых породах, при пучении почвы и значительной всесторонней нагрузке.

Конструктивная податливость четырехзвенной крепи составляет до 300 мм по вертикали и до 250 мм по горизонтали.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Это замечание можно отнести ко всем замкнутым конструкциям металлических крепей. Они неспособны предотвратить смещения пород почвы в силу незначительной несущей способности и несоответствия рабочих характеристик крепи формам проявления горного давления при вспучивании. Поэтому большинство выработок с замкнутой металлической крепью на практике перекрепляют, а в дальнейшем борьбу с пучением проводят с помощью подрывки почвы. Этим в основном и объясняется малый объем применения замкнутых конструкций крепи. Повышение несущей способности крепи за счет увеличения расхода материалов ведет к еще большему возрастанию стоимости крепи, снижению скорости проведения выработок. Опыт показывает, что даже самые мощные своды недостаточны для предотвращения пучения, особенно в сложных горно-геологических условиях. В связи с этим для повышения устойчивости выработки и борьбы с пучением почвы необходимо применять специальные способы управления деформированием массива.

Железобетонная гладкостенная крепь ГТК конструкции КузНИИшахтостроя предназначена для крепления протяженных одно- и двухпутных горизонтальных и наклонных (до 25°) капитальных горных выработок, проводимых вне зоны влияния очистных работ в породах средней устойчивости и неустойчивых.

Разработано 9 типоразмеров этой крепи, в том числе два замкнутых - кольцевая (Рисунок 2.6, а) и арочная с обратным сводом (Рисунок 2.6, б).

Несущая способность крепи замкнутой формы (кольцевой или с обратным сводом) составляет 0,4 МН/м².

В зависимости от горно-геологических условий закрепное пространство заполняют породой или дополнительно тампонируют цементно-песчаным раствором.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Тюбинги смежных арок возводят с перевязкой горизонтальных швов, осуществляемой установкой полутюбинга у почвы выработки в одной арке слева, а в смежной арке - справа или установкой у почвы двух полутюбинов через одну арку.

Тюбинговая крепь со стенами жесткости относится к шарнирно герметически изменяемой системе, что в сочетании с имеющимися кессонами с внешней стороны тюбингов обеспечивает некоторую податливость, достигающую 100-150 мм.

По сравнению с металлическими крепями тюбинговая крепь обеспечивает снижение на 1 км однопутной и двухпутной выработок трудовых затрат. на 5000-6100 чел.-дней, металла- на 380-650 т.

По сравнению с монолитной бетонной крепью применение крепи из железобетонных тюбингов обеспечивает снижение на 1 км однопутной и двухпутной выработок трудовых затрат на 4500-6000 чел.-дней.

Вследствие гладкой внутренней поверхности выработки с тюбинговой крепью снижается аэродинамическое сопротивление движению воздуха. Анализ состояния капитальных горных выработок с различными видами крепи общей протяженностью 49,5 км (в том числе 11 км выработок с гладкостенной тюбинговой крепью), проведенный специалистами Куз-ННИШахтостроя в Кузнецком угольном бассейне, показал, что гладкостенная тюбинговая крепь деформирована на участках суммарной длиной 0,8% общей протяженности выработок с этим типом крепи.

Блочная бетонная крепь БК конструкции НИИОГРа предназначена для капитальных и подготовительных выработок со сложными геологическими условиями, в породах, склонных к пучению, имеет несущую способность 0,3-0,5 МПа. Крепь БК-3,2 имеет круглую (Рисунок 2.7, а), а БК-4,4 - подковообразную замкнутую форму (Рисунок 2.7,б). Кольца блочной крепи собирают из отдельных клиновидных блоков шириной 500 мм, между которыми устанавливают податливые прокладки. Ширина кольца крепи

Для механизации подрывки почвы в горных выработках широко применяют специализированные подрывочные машины с активным ковшом или рукоятью фирм «Хаусхерр», «Зальцгиттер» (ФРГ). Применение таких машин, как показывает опыт работы в ряде стран, обеспечивает увеличение скорости ведения работ по подрывке, повышение в 2-5 раз производительности труда и снижение в 2-3 раза стоимости извлечения 1 м породы. Механизация подрывки снижает затраты на извлечение породы и повышает производительность труда, однако не ликвидирует затраты, связанные с нарушением условий взаимодействия крепи и массива, затруднением функционирования транспорта, вентиляции, снижением добычи из-за простоев. Эти издержки в некоторых случаях значительно превышают прямые затраты на подрывку пород.

Для выполнения работ по подрывке почвы разработаны специальные схемы. Основными факторами, от которых зависит выбор схемы, являются ширина выработки, которая определяет порядок работы машины, а также вид и расположение транспортных средств. Ограничивающими условиями служат степень пучения почвы и возможное время вывода выработки из режима эксплуатации.

Перейдем к рассмотрению способов упрочнения горных выработок и организационно-технических мероприятий при строительстве горизонтальных выработок в условиях образования вокруг них значительных областей разрушения пород.

К основным из этих способов относятся способы упрочнения окружающих выработку пород цементационными растворами и создания в массиве специальных искусственных породных конструкций (типа крепи «Монолит»).

Весьма перспективным направлением дальнейшего развития способов и средств обеспечения устойчивого состояния горных выработок, особенно в

сложных горно-геологических условиях, является максимальное использование несущей способности массива горных пород.

Упрочняющий раствор, проникая в трещины (природные и образующиеся в результате разрушения пород), скрепляет отдельные куски и блоки породы в единое целое. Образующаяся при этом толща упрочненных пород 1 (Рисунок 2.9, а) в сочетании с крепью выработки 2 представляет собой единую систему крепь - упрочненный массив. Внешний элемент этой системы - упрочненная толща пород - препятствует развитию деформаций породного массива вокруг выработки и тем самым значительно улучшает условия работы внутреннего элемента системы - крепи.

Наиболее распространенным вариантом такой комбинированной конструкции является сочетание упрочнения породного массива с металлической арочной податливой крепью.

Работы по упрочнению рекомендуется начинать с отставанием 20-30 сут от проходческих работ. Первоначально осуществляют заделку швов и стыков между затяжками, устройство герметизирующих перемычек по длине выработки и тампонаж закрепного пространства цементно-песчаным раствором. Второй этап упрочнения (собственно глубинное упрочнение массива) следует начинать через 7-10 сут после тампонажа закрепного пространства. Раствор в массив нагнетают через скважины 1 (Рисунок 2.9, б), пробуренные на глубину упрочнения (1,5-2,5 м) и оборудованные кондуктором 2.

Скважины бурят по периметру выработки в радиальном направлении. Давление нагнетания - до 1 МПа. Используют чисто цементные растворы с водоцементным отношением от 1:2 в начале нагнетания до 1:1 в конце. Прочность упрочненных пород в зависимости от применяемых растворов достигает 0,6-1 их прочности в ненарушенном массиве.

а)

б)

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

щита-опалубки выполняют функции временной крепи и изолирующего элемента при тампонажных работах. После выполнения работ по упрочнению секции щита-опалубки демонтируют и устанавливают в забое выработки.

В других конструкциях в качестве временной крепи и изолирующего элемента при ведении работ по упрочнению применяют искусственные покрытия породных обнажений из набрызгбетона. При этом они могут быть применены либо самостоятельно, либо в комбинации с металлической и арочной крепью, используемой в качестве временной, например крепью АНТ конструкции ДГИ.

Большой научный и практический интерес представляет разработанный в Коммунарском горно-металлургическом институте способ образования в массиве искусственных породных конструкций. Сущность способа состоит в следующем. Сначала вокруг выработки образуют область искусственной трещиноватости, являющуюся деконцентратом напряжений, и таким образом разгружают приконтурную часть массива. Размеры этой области определяют расчетом, а форму выбирают в соответствии с формой поперечного сечения выработки. Затем в разгруженную область массива, которая представляет собой естественную строительную конструкцию типа блочной кладки, нагнетают раствор, скрепляющий отдельные блоки. В результате образуется мощная породная конструкция, получившая название «Монолит», выполняющая роль грузонесущей крепи.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

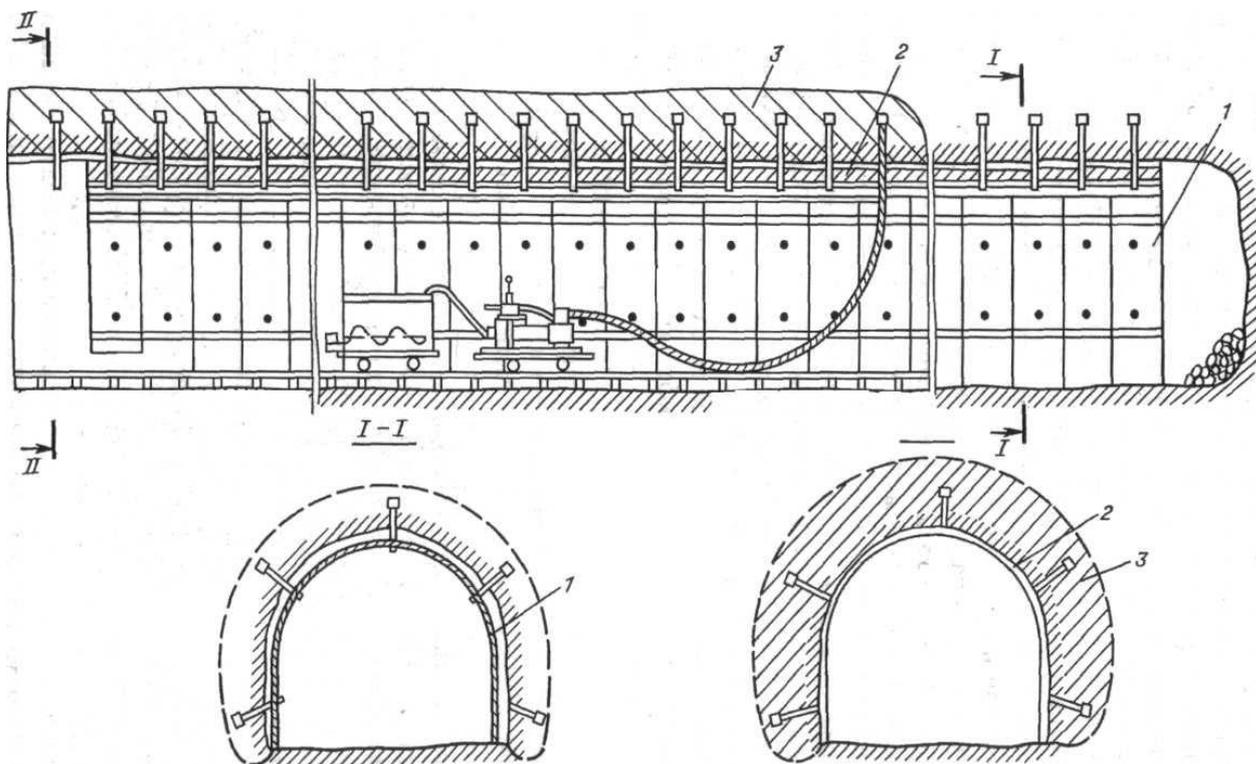


Рисунок 2.10 – Конструкция крепи из упроченных пород и облицовочной растворной оболочки

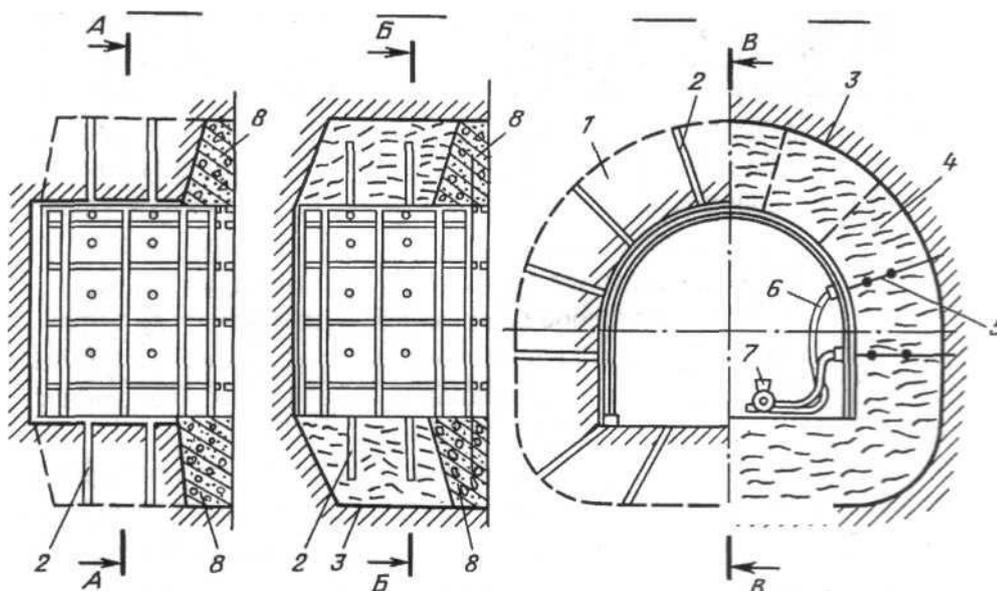


Рисунок 2.11 – Конструкция крепи «Монолит»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ

Лист

51

Последовательность образования крепи «Монолит» следующая (Рисунок 2.11). Горную выработку проводят под защитой крепи-опалубки 1, в которой предусмотрены направляющие отверстия 2 до контура зоны упрочнения 3 для бурения шпуров. В этих шпурах размещают камуфлетные заряды.

Заряд ВВ выбирают таким образом, чтобы обеспечить образование трещин, отделяющих разгруженную зону от массива, не допуская выброса породы в выработку. Взрывание ВВ совмещают во времени со взрыванием шпуров в забое выработки, причем размеры поперечного сечения выработки вчерне делают на 0,05-0,1 м больше ее размеров в свету. Зазор между крепью-опалубкой и породным контуром заполняется разрыхленной после взрыва и сместившейся породой.

Для упрочнения образовавшейся в результате взрыва области пород, разгруженных от напряжений 4, через отверстия в крепи-опалубке в ранее оставшиеся или вновь пробуренные скважины устанавливают инжекторы 5, соединенные шлангами 6 с тампонажным насосом 7, и производят нагнетание растворов, приготовляемых на основе цемента, эпоксидных смол, пенополиуретана или других специальных материалов.

Раствор, проникая в трещины, заполняет их, двигаясь из глубины массива к контуру выработки. После схватывания раствора в массиве образуется монолитная породная конструкция 8.

Малая материалоемкость, высокая механизация возведения, несущая способность, достигающая до 5 МПа и более, обосновывают перспективность использования искусственных породных конструкций для крепления выработок.

Среди организационно-технических мероприятий следует прежде всего выделить двойную проходку выработок. Ее сущность состоит в том, что выработку проводят в два этапа. На первом этапе площадью сечения 60-70 % проектной. После образования зоны неупругих деформаций вокруг

Таблица 2.2

Способ проведения выработки	Обычный	Двойной проходки
Смещение пород, мм/год, в выработке:		
штрек пласта	670/320	46/14
полевой штрек пласта	620/290	44/14

Трудоемкость работ отдельных циклов проходческого процесса составила, %:

- проведение передовой выработки - 25;
- расширение до проектных размеров - 30;
- возведение постоянной крепи - 45.

Основными условиями, ограничивающими применение способа двойной проходки, являются: невозможность формирования области неупругих деформаций, отсутствие пластично-деформирующихся пород и требования ПБ к минимально допустимым сечениям выработок.

Таким образом, можно сделать следующие выводы о применении способа двойной проходки:

- способ содействует образованию зоны неупругих деформаций до обнажения контура проектного сечения выработки;
- способ можно применять при проведении выработок в связных породах при соблюдении условия

$$\sigma_{сж} < \sigma_{д}, \quad (2.9)$$

где $\sigma_{д}$ - максимальное действующее напряжение на контуре выработки; $\sigma_{сж}$ - предел прочности пород на одноосное сжатие;

- передовая выработка должна иметь площадь поперечного сечения 50-70 % проектной;
- выработку следует расширять через 2-3 месяца;

- увеличение затрат при применении способа двойной проходки (на 2-10 % - при жесткой крепи и 17-24 % - при податливой постоянной крепи) полностью компенсируется снижением затрат на поддержание выработки.

Аналогичного эффекта можно добиться путем увеличения проектного сечения выработки на величину ожидаемых смещений. При этом обязательно применение податливой крепи, величина и направление податливости которой согласуются с величиной и направлением ожидаемых смещений породного контура. Данный способ связан с дополнительной выемкой породы и эффективен при знании значений смещений. Способ чаще всего применяют для подготовительных выработок.

Другим весьма эффективным мероприятием является использование закономерностей работы крепи в зависимости от места установки ее относительно забоя выработки.

Теоретически предотвратить смещения пород возможно, установив крепь высокой жесткости (обеспечивающей отпор, уравнивающую концентрацию напряжений). Практически же это не представляется возможным, так как крепь всегда возводят с некоторым отставанием, и она не предупреждает развития смещений, деформируясь при этом сама. Графики, представленные на Рисунок 2.12, характеризуют степень деформирования крепей разных типов в зависимости от расстояния их установки от забоя.

На графике видно, что место установки податливой крепи практически не влияет на ее дальнейшее состояние. Это объясняется наличием конструктивной податливости. При установке жесткой крепи в непосредственной близости от забоя она практически полностью деформируется (75-100 %); с увеличением отставания крепи от забоя ее состояние улучшается.

По данным наблюдений на ряде шахт Донбасса, в наилучшем состоянии были крепи, установленные на расстоянии 15-20 м от забоя. Такое расстояние практически исключает влияние проходческих работ.

Инженерно-геологические условия в зоне строительства участка тоннеля представлены в Таблица 1.1.

Схема залегания грунтов представлена на рисунке Рисунок 2.13

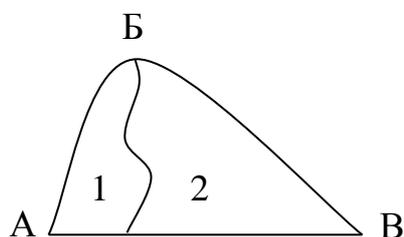


Рисунок 2.13 – Схема залегания грунтов

А, Б, В – высотные точки, 1 – аргиллиты, 2 - алевросланцы

2.3 Проектирование тоннельных конструкций на участке нарушенных пород

Комплекс сооружений транспортного тоннеля на участке нарушенных пород включает собственно тоннель с нишами и камерами. Приступим к проектированию самого участка тоннеля.

2.3.1 Габариты и поперечное сечение тоннеля на участке нарушенных пород

Основой для построения внутреннего очертания обделки железнодорожного тоннеля на участке нарушенных пород является габарит приближения строений С.

Габарит двухпутного тоннеля отличается от однопутного наличием прямоугольной вставки шириной $d=4100$ мм. Габарит приближения строения двухпутного железнодорожного тоннеля на прямой для конструкции контактной подвески с несущим тросом показан на Рисунок 2.14.

$$B/C = \frac{175}{425} = 0,41 \quad (2.12)$$

Это В/Ц соответствует выбранному по п. 2 и не требует корректировки водопотребности согласно примечанию к таблице.

5. Рассчитываем абсолютный объем заполнителей

$$A = 1000 - \frac{425}{3,1} - 175 - 10 \times 5 = 638 \text{ л} \quad (2.13)$$

7. По таблице 2 приложения 1 [42] находим объемное содержание песка в смеси заполнителей

$$r_1 = 33\%.$$

После корректировки по примечанию 2 к таблице:

$$r_{п} = 43\%.$$

8. Вычисляем расходы песка и щебня:

$$П = 638 \times \frac{43}{100} \times 2,65 = 727 \text{ кг/м}^3 \quad (2.14)$$

$$Щ = 638 \times \frac{100 - 43}{100} \times 2,57 = 935 \text{ кг/м}^3 \quad (2.15)$$

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

9. При расходе комплексной добавки (ЛСТМ-2+СНВ) соответственно 0,2 и 0,005% от массы цемента их количество в пересчете на СУХОЙ продукт составит 1,05 и 0,026 кг.

При использовании ЛСТМ-2 и СНВ в виде растворов соответственно 10- и 5- % концентрации их объем составит согласно [41]:

$$ЛСТМ - 2 = \frac{1,05}{1,043} = 1,007 л \quad (2.16)$$

$$СНВ = \frac{0,026}{1,015} = 0,026 л \quad (2.17)$$

2.4 Обоснование последовательности раскрытия сечения тоннеля на участке нарушенных пород

В связи с принятой технологией строительства тоннеля № 6 на основном его участке, а также характером горно-геологических условий в целом, и геодинамической обстановки на участке в частности, принимаем сооружение тоннеля с поэтапным раскрытием на верхний и нижний уступ.

Ниже приведены геометрические размеры сечений обоих уступов:

- высота каллоты 5,1 м;
- ширина каллоты 13,6 м;
- размер поперечного сечения каллоты, 49 м²;
- высота штроссы, 6,1 м;
- ширина штроссы, 13,6 м.
- размер поперечного сечения штроссы, 84 м².

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ				

2.5 Проходческое оборудование для строительства тоннеля на участке нарушенных пород

Для выполнения установленных сроков строительства тоннеля, применяются высокопроизводительные горнопроходческие механизмы, позволяющие вести проходку выработок со стабильными средними скоростями в условиях с чередующимися интервалами грунтов с различными прочностными характеристиками пород.

Для проходки калотты применяется горнопроходческий комбайн *Alpine Miner AM 75*, для проходки штроссы - горнопроходческий комбайн *Mitsui S200*.

Транспортировка разработанной в забоях породы, как при проходке калотты, так и при проходке штроссы, осуществляется погрузочно-доставочной машиной TORO-3D до перегрузочного узла строительной площадки Южного портала.

Для доставки в тоннель конструкций временной крепи (элементы сборно-сварных арок, анкеры и т.д.), конструкций временных инженерных сетей, оборудования и строительных материалов, применяются подземные автопоезда МоАЗ 7405-9586. Автопоезда оснащены дублирующими органами управления, позволяющими перемещаться по выработке по «челночной» схеме.

Для бурения шпуров и установки анкеров временного крепления тоннеля применяются полностью механизированные электрогидравлические самоходные установки «*Robolt 07-3*». Установка арок временного крепления выполняется с использованием оборудования типа *Utilift BAQ NIP 2000* (аркоустановщик).

Предусмотренное проектом бурение скважин, под устройство опорных трубных анкеров для верхних и нижних сборно-сварных элементов арочной крепи, осуществляется буровым станком НКР-100МПА.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Доставка готовых бетонных и набрызг-бетонных смесей при выполнении бетонных работ как в тоннеле так и на поверхности производится автобетоносмесителями «*Transmix-3000*» фирмы *Jacon*.

2.6 Специальные мероприятия по укреплению грунтового массива на тектонически нарушенном участке

Проходка тоннеля, в интервале трассы от ПК 454+43,7 до пикета ПК 454+94,02 (в диапазоне четвертичных отложений (QIV) с совершенно неустойчивыми грунтами, L=50,32 м), будет осуществляться после предварительного выполнения специальных мероприятий по инъекционному закреплению породного массива, вмещающего тоннель, и устройства дренажных скважин.

Работы по бурению скважин и инъекционному закреплению грунтового массива производится со стороны забоя калотты (2 участками глубиной по 25м). Технологическая последовательность работ представлена на демонстрационном листе.

Закрепление пород верхней части тоннеля

Порядок работ по укреплению грунтов представлен ниже:

- перед началом работ в забое калотты бетонируем торцевую стену толщиной 1,0м бетоном класса В25;
- отсыпаем площадку под буровое оборудование с бетонированием основания площадки бетоном класса В15;
- монтируем буровое и инъекционное оборудование;
- бурим скважины диаметром 101 мм глубиной 2,0 м под кондукторы;
- устанавливаем кондукторы из трубы диаметром 89 мм длиной 2,2 м с омоноличиванием их цементно-силикатным раствором;
- проводим обработку скважин заходками (скважины «А» 7,0-10,0-15,0 м, скважины «Б» 7,0-10,0-15,0-20,0-25,0 м). Обработку проводим

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		67

силикатными растворами. Давление нагнетания на первой заходке – 4,0 мПа, на второй – 8 мПа, далее – до 12 мПа;

- после окончания обработки производим разбуривание скважин с установкой обсадных труб диаметром 50 мм и толщиной 4 мм с последующим нагнетанием в скважины цементного раствора. Трубы устанавливаем за пределами проектного контура тоннеля;

- бурим 5 дренажных скважин диаметром 65 мм и длиной 25 м (Рисунок 2.17).

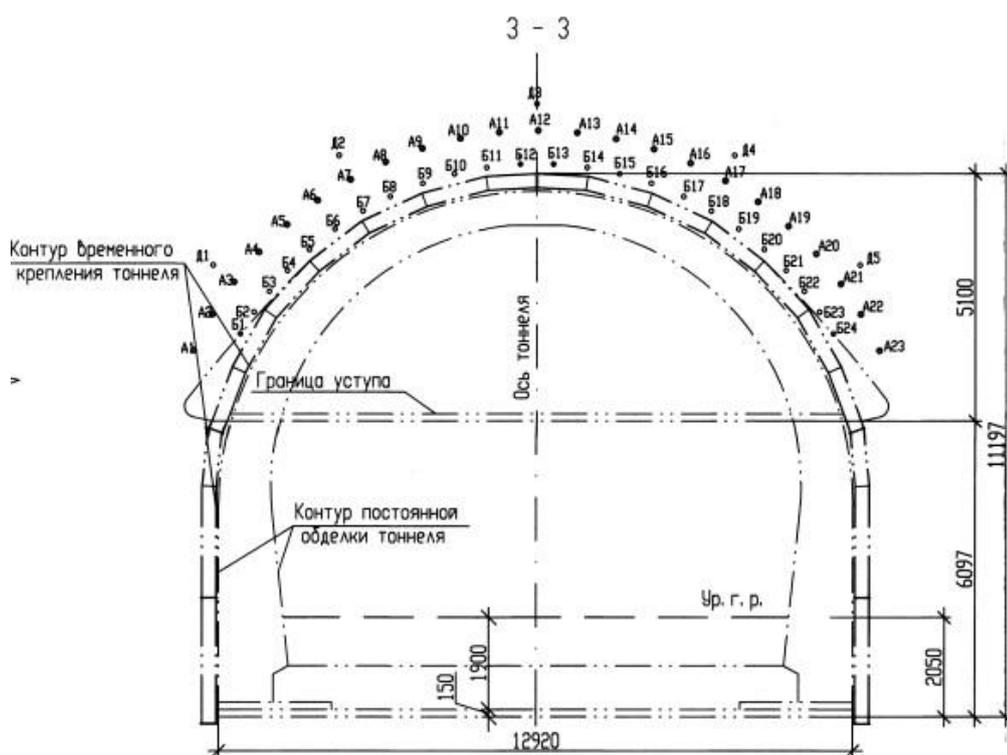


Рисунок 2.17 - Схема закрепления пород верхней части тоннеля

Закрепление пород нижней части тоннеля

Порядок работ по укреплению грунтов представлен ниже:

- перед началом работ по укреплению пород нижней части тоннеля монтируем буровое и инъекционное оборудование;
- бурим скважины диаметром 101 мм глубиной 2,0 м под кондукторы;

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист 68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

станцией СМ40/90 «Вихрь» с трехплунжерным инъекционным насосом НБЗ-120/40.

Доставка к миксерной станции цемента (мешки по 50кг), цементных добавок и прочих компонентов для приготовления инъекционных растворов производим автопоездами МоАЗ 7405-9586.

2.7 Проходка каллоты на участке тектонически нарушенных пород

Разработка грунта в калотте на участке предварительно закрепленных пород сводом из труб производится горнопроходческим комбайном «*Alpine Miner*» АМ-75 заходками по 1м. Разработанный в процессе проходки грунт отгружается в ковш погрузочно-доставочной машины *TORO-301D*, с последующей транспортировкой грунта в перегрузочный узел Южного портала тоннеля.

По своду и стенам разработанного забоя буровой установкой «*Robolt*»-07-3 забуриваются шпурсы и устанавливаются металлические анкеры крепления кл.А-I, диам. 20мм, длиной 2,0 м, для монтажа арки временного крепления (Рисунок 2.19).

Монтаж сборно-сварной арки из I № 30 осуществляется аркоустановщиком *Utilift BAQ NIP 2000*. Между собой ряды арок раскрепляются при помощи металлических скоб из арматуры кл.А-I, диам. 20мм. Пяты арок заглубляются ниже подошвы калотты на 150мм.

При проходке каллоты на тектонически нарушенном участке устраиваем дополнительное усиление арок временного крепления. Для этого с шагом 3,0 м расклиниваем и жестко фиксируем к аркам временного крепления металлическую конструкцию из двутавров № 30, 36 со стойками из трубы диаметром 325 мм (Рисунок 2.20).

										Лист
										70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ					

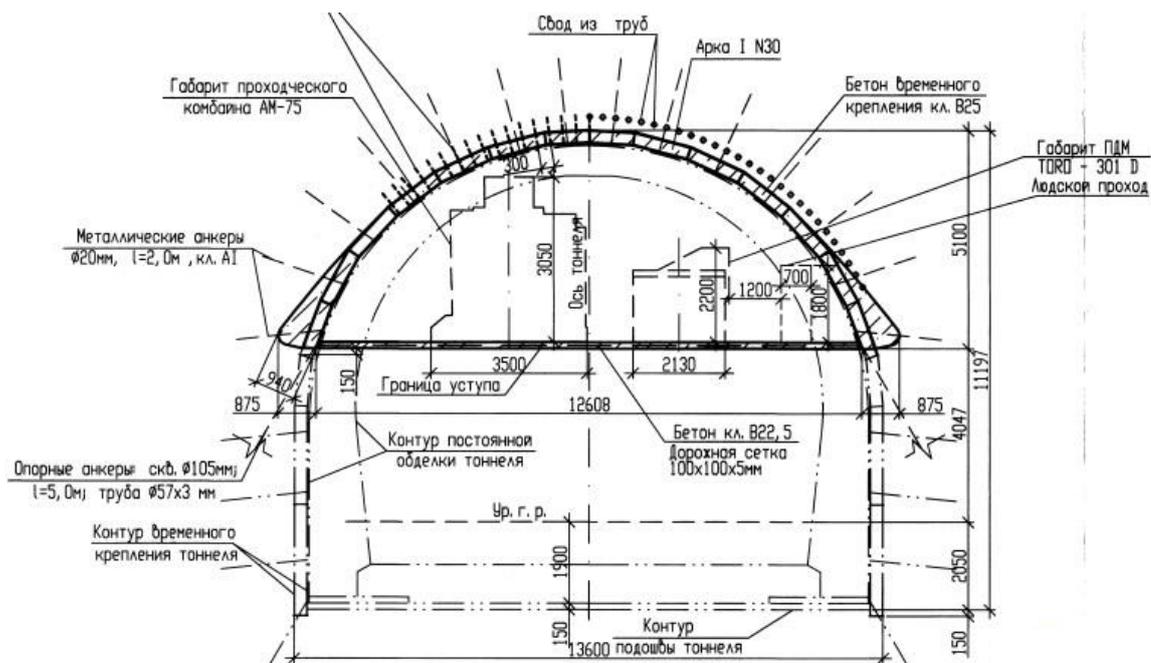


Рисунок 2.19 – Разработка каллоты тоннеля

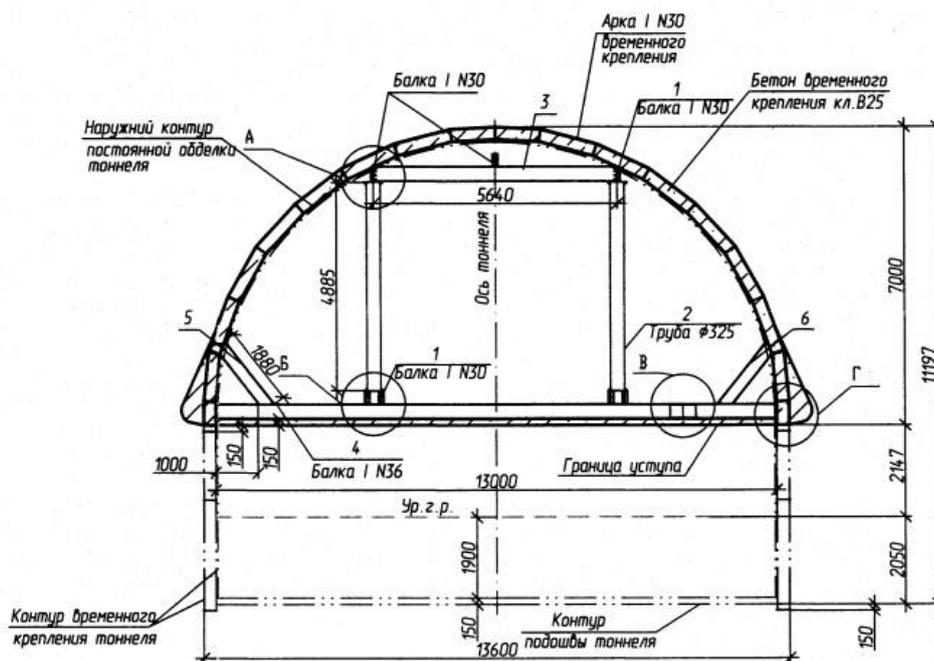


Рисунок 2.20 - Усиление арок временного крепления

Элементы рам из двутавра дополнительно усиливаем диафрагмой из листов толщиной 12 мм с шагом по длине двутавров 300-400 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ

Лист

71

Перед возведением постоянной обделки тоннеля металлические рамы усиления арок временного крепления демонтируем.

По внутренним полкам арок набираем опалубку, за которую при помощи бетононасоса РС-309Е укладывается бетон временного крепления кл. В-25.

Для предотвращения разбивания основания с отставанием 15,0-20,0 м от забоя укладываем слой бетона класса В22,5 толщиной 150 мм, армированный металлической сеткой 100×100×5, служащий защитой основания и дополнительным распором временного крепления выработки.

С отставанием приблизительно 40 м от забоя в основании устраиваем опорные анкеры, для чего бурим скважины диаметром 105 мм длиной 5 м по 4шт на арку, в которые устанавливаем перфорированные трубы диаметром 57 мм толщиной 3мм. Через трубы производим нагнетание цементно-песчаного раствора. Крепление арок к трубам-анкерам производим при помощи пластин 400×250×10 мм на сварке.

При проходке тоннеля на длину заходки 1,0 м, производится срезка анкеров с новой установкой опорных плит, и повторное нанесение набрызгбетона на лоб забоя. После этого производится установка временного крепления.

Доставку бетона производим автобетоносмесителем «*Transmix-3000*», укладку бетона производим:

- в свод и стены (по аркам временного крепления) – бетононасосом «*CIFA*» РС-309Е;
- укладка бетона крепления основания – автобетоносмесителем «*Transmix-3000*».

Для очистки воздуха в тоннеле устанавливаем обеспыливающее устройство НВКК 1/400-2 фирмы «*CFT GmbH*».

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ					

2.8 Проходка штроссы на участке тектонически нарушенных пород

Проходка правой части штроссы

Разработка правой части штроссы до ПК454+51,90 производим комбайном *Mitsui S200* заходками по 2 м, лоб забоя отрабатывается под углом 15° к вертикали. Транспортировка грунтов выполняется автопоездом МоАЗ 7405 во временный отвал (граф. Приложение Лист 4).

На лоб забоя и по бортам наносим слой набрызг-бетона толщиной 70 мм.

В основание под каждую арку укладываем лежень (двутавр № 30) длиной 7600 мм. Нужно следить, чтоб лежень укладывался на ровную поверхность. Если необходимо, выполняем бетонную подготовку из бетона В15. По оси тоннеля лежень крепим клинощелевыми анкерами из арматуры 32-А-III (по 4 шт. на каждый лежень). На рисунке Рисунок 2.21 показана установка анкеров, при этом можно увеличивать шаг установки лежней исходя из результатов наблюдений за деформациями и фактическими инженерно-геологическими условиями.

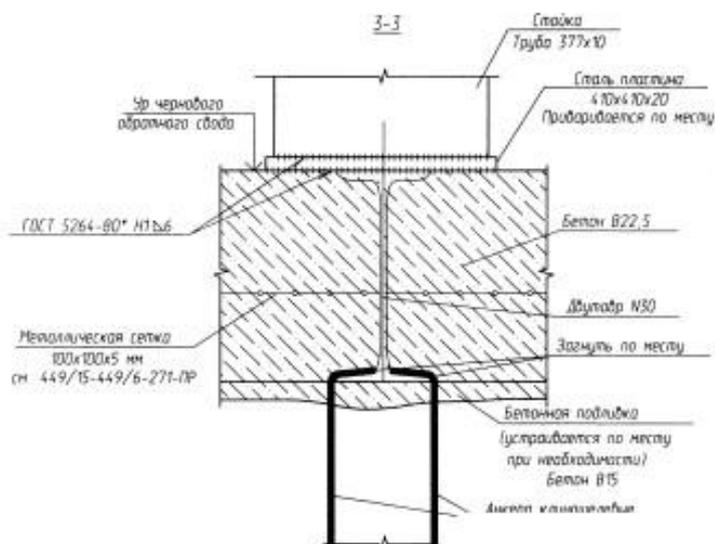


Рисунок 2.21 - Схема крепления клинощелевыми анкерами лежня

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Монтаж стойки и ножки арки производим при помощи аркоустановщика *Utilift 2000*. Стойку устанавливаем с шагом 3 м (под каждую раму усиления).

На Рисунок 2.22 представлено сопряжение ножки арки и лежня.

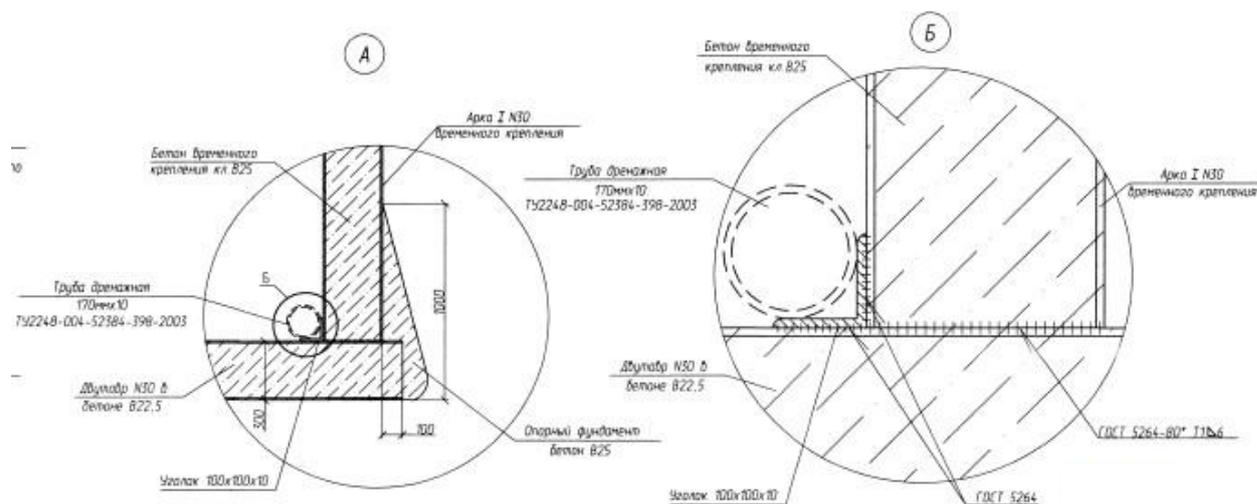


Рисунок 2.22 – Сопряжение ножки арки и лежня

На рисунке 2.23 представлено сопряжение стойки из трубы диаметром 325 мм толщиной 8 мм и лежня.

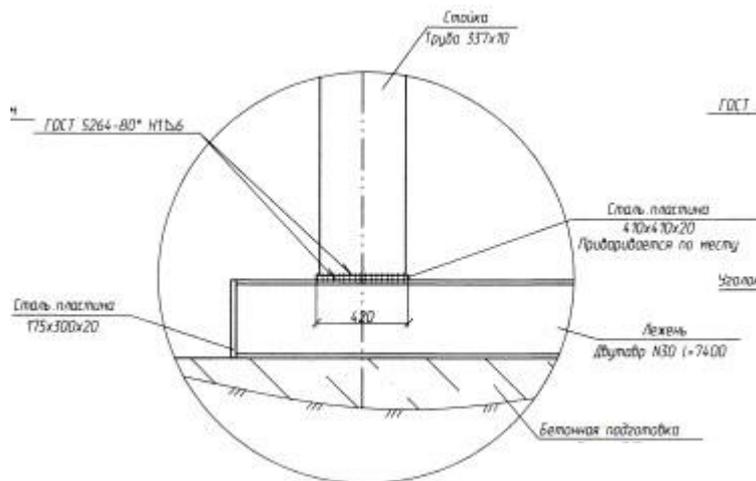


Рисунок 2.23 – Сопряжение стойки из трубы и лежня

На Рисунок 2.24 представлено сопряжение стойки с рамами усиления

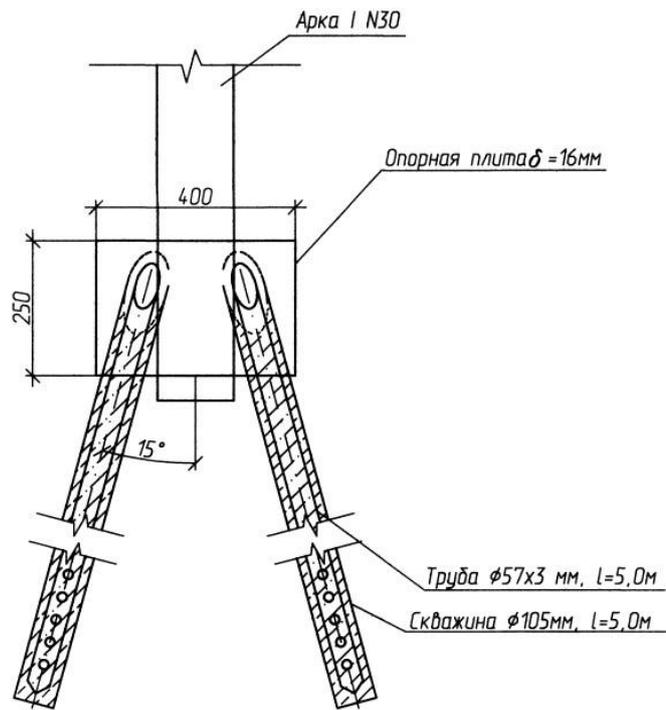


Рисунок 2.25 - Крепление арок к трубам-анкерам

После сооружения временного крепления проводим постоянный маркшейдерский контроль за деформациям выработки.

Первичное и контрольное нагнетание за бетон временного крепления производим согласно [40] после набора бетоном 75% прочности. Далее разработку штроссы до северного портала ПК455+09,67 выполняем заходками 2,0 м правой и левой части попеременно с сохранением отставания правой и левой частей друг от друга не менее 10 м.

Проходка левой части штроссы

Разработка левой части штроссы производим комбайном *Mitsui S200* заходками по 2 м, лоб забоя отрабатывается под углом 15° к вертикали. Транспортировка грунтов выполняется автопоездом МоАЗ 7405 во временный отвал (граф. приложение лист 4).

На лоб забоя и по бортам наносим слой набрызг-бетона толщиной 70 мм.

										Лист
										76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ					

В основание под каждую арку в распор ранее установленным лежням укладываем двутавр № 30 длиной 6500 мм. Лежень укладываем на ровную поверхность, иначе производим бетонную подготовку из бетона В15. Обе балки соединяем между собой болтовым соединением, для чего разламываем бетон обратного свода в месте стыковки балок.

Монтаж ножки арки производим при помощи аркоустановщика *Utilift 2000*. Сопряжение ножки арки и лежня выполняем аналогично с правой стороной.

Последующие работы выполняем аналогично работам на правой стороне штроссы.

2.9 Возведение постоянной обделки тоннеля на тектонически нарушенном участке

Бетонирование постоянной обделки тоннеля ведется в направлении от Южного портала к Северному portalу, с отставанием от разработки забоя нижнего уступа тоннеля ~200 метров.

Для укладки бетона при возведении постоянной обделки тоннеля используется металлическая передвижная опалубка «CIFA». Рельсовые пути, для перемещения опалубки, монтируются на предварительно уложенные ленточные полосы из монолитного бетона в основании тоннеля.

Впереди опалубки, в составе комплекса работ по бетонированию постоянной обделки свода и стен тоннеля, располагается два участка с технологическими тележками для производства работ по устройству гидроизоляционного слоя и монтажу арматурных каркасов постоянной обделки. Позади опалубки располагается участок с технологической тележкой для производства работ по контрольному нагнетанию раствора за обделку.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Тележки, в зависимости от своего назначения, оснащаются всеми необходимыми механизмами, оборудованием и оснасткой для подъема и размещения на них грузов с материалами, а также безопасной работы людей на высоте.

С технологических тележек производится подготовка поверхности бетона временного крепления под устройство гидроизоляции.

Раскладка и крепление рулонов гидроизоляции по бетону временного крепления тоннеля ведется в радиальном направлении с перехлестом свариваемых концов во всех направлениях-150мм.

После укладки гидроизоляции производится монтаж арматурных каркасов постоянной обделки, закладных деталей под крепление инженерных коммуникаций и внутреннего обустройства тоннеля, закладываются элементы деформационных швов обделки и нагнетательные патрубки для проведения контрольного нагнетания раствора за постоянную обделку.

После подготовительных работ производится передвижка и установка опалубки «CIFA» под бетонирование обделки. Укладка бетона в опалубку выполняется бетононасосом «CIFA» РС-506Е. К местам укладки готовые бетонные смеси доставляются авто-бетоносмесителем «Transmix-3000».

Работы по контрольному нагнетанию за обделку производятся после набора бетоном обделки 75% марочной прочности. Нагнетание цементного раствора ведется диафрагменными растворонасосами С-317 через патрубки диаметра 32мм, установленные при бетонировании постоянной обделки. Бурение шпуров при производстве контрольного нагнетания не допускается.

Бетонирование обратного свода тоннеля начинается после окончания бетонирования постоянной обделки и перегона опалубки через выработку от Северного портала к Южному. Доставка и укладка бетона в обратный свод тоннеля производится непосредственно автобетоносмесителем «Transmix-3000».

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

3 Специальная часть «Способы пересечения тоннелем нарушенных зон и укрепления породы в забое»

Часто нормальный ход тоннельных работ резко нарушается из-за изменившихся горно-геологических или тектонических условий, например, при пересечении зон разломов, заполненных дроблеными водонасыщенными породами, неустойчивыми, текучими и несвязными. Такие породы, как правило, не поддаются разработке с применением обычных технологических приемов, и проходческие работы останавливаются. Преодоление таких зон при проведении тоннеля, особенно способом сплошного забоя, является чрезвычайно сложной инженерной задачей, для ее решения требуется иногда значительное время: от нескольких месяцев до нескольких лет.

Сравнительно недавно в Колумбии при проведении тоннеля ГЭС «Гуавио» (площадь сечения тоннеля $61,6 \text{ м}^2$, длина 5260 м) более трех лет ушло на преодоление 70-метрового участка нарушенных песчаников и глин с большим притоком воды под давлением 1,8-2 МПа. Подобных примеров множество как за рубежом, так и в нашей стране (пересечение разлома Северо-Муйским тоннелем на БАМе).

При ухудшении гидрогеологических и геомеханических условий с технологической точки зрения целесообразно продолжать проведение тоннеля способом сплошного забоя, не меняя ни технику, ни технологию проходческих работ. Целесообразно лишь уменьшить величину заходки за цикл.

В зависимости от характера и степени ухудшения условий проведения можно применять следующие способы.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Белкин А.В.				<i>Проектные решения при строительстве шестого железнодорожного тоннеля трассы «Адлер - Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	Урбаев Д.А						79	151
<i>Реценз.</i>						<i>Кафедра ШПС ИГДГиГ СФУ</i>		
<i>Н. Контр.</i>	Зайцева Е.В.							
<i>Утверд.</i>	Вохмин С.А.							

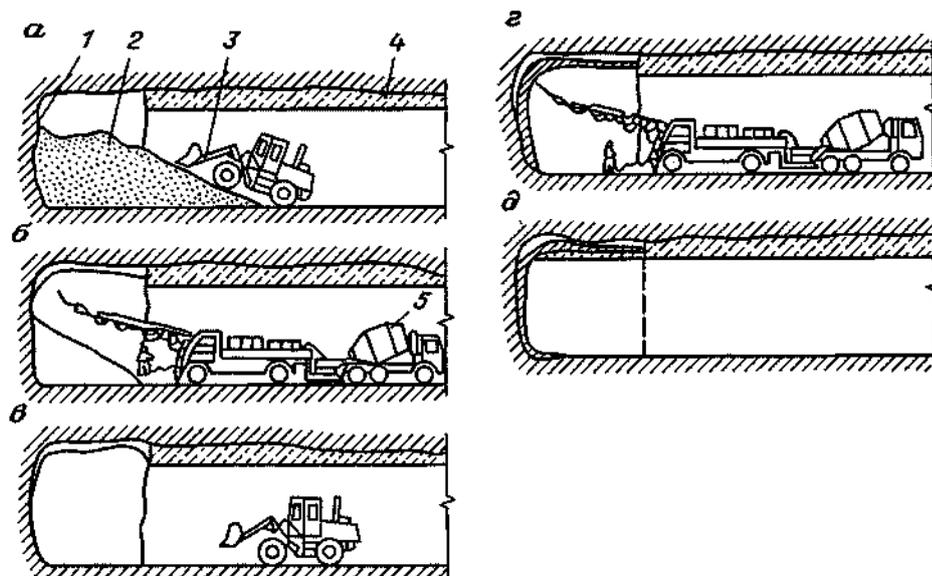


Рисунок 3.1 – Технология производства работ при креплении тоннеля двойным набрызгбетоном (тоннель Кармсунд, Норвегия):

а - частичная уборка породы после взрыва; *б* - нанесение первого слоя набрызгбетона; *в* - окончательная уборка породы; *г* - второй этап нанесения набрызгбетона; *д* - заходка по окончании цикла работ; *1* - поверхность забоя; *2* - отвал породы после взрыва; *3* -погрузчик; *4* - бетонная обделка; *5* – смеситель

При незначительном ухудшении условий в трещиноватых скальных вывалоопасных породах можно переходить на крепление тоннеля *двойным набрызгбетоном*, суть которого заключается в следующем. После взрыва зарядов и оборки профиля на поверхность породы автоматизированным способом наносится первый слой набрызгбетона толщиной 5-7 см, а после уборки породы во время обуривания забоя устанавливают анкеры с использованием специального оборудования, позволяющего бурить шпур, устанавливать в них ампулы с полимерным раствором и сами анкерные стержни. Через несколько заходок, после того как произошли основные перемещения кровли и стен тоннеля, наносят по сетке второй слой

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ

Лист

80

набрызгбетона толщиной 8-10 см. Таким образом, крепь состоит из анкеров, металлической сетки и набрызгбетона толщиной до 15 см. Такая крепь, обладая большой несущей способностью, в состоянии воспринять давление от веса вывалов породы. Обычно в трещиноватых вывалоопасных породах глубина анкеров составляет 4-6 м с шагом 1-1,2 м.

На Рисунок 3.1 показана схема пересечения подводным тоннелем Карм-сунд (Норвегия) зоны плотных песков с включением туфа. Проведение осуществляли короткими заходками с немедленным нанесением дисперсно-армированного набрызгбетона на кровлю. Через короткое время наносили второй слой набрызгбетона, включая плоскость забоя, после чего возобновляли проведение тоннеля.

В практике строительства гидротехнических тоннелей применяют аналог двойного набрызга - так называемый *черновой бетон*. Суть крепления черновым бетоном состоит в следующем (Рисунок 3.2). После подвигания забоя на 3-4 м на пройденное призабойное пространство надвигают массивную металлическую конструкцию - щит-опалубку вплотную к забою и осуществляют бетонирование этого участка.

Однако бетонирование ведут не на всю проектную толщину бетонной обделки, а сооружают лишь первый ее слой толщиной 300-400 мм. Возведенная бетонная конструкция надежно защищает призабойную зону от вывалов породы. Второй слой бетона, необходимый для доведения обделки до проектной толщины, возводят со значительным отставанием от забоя.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

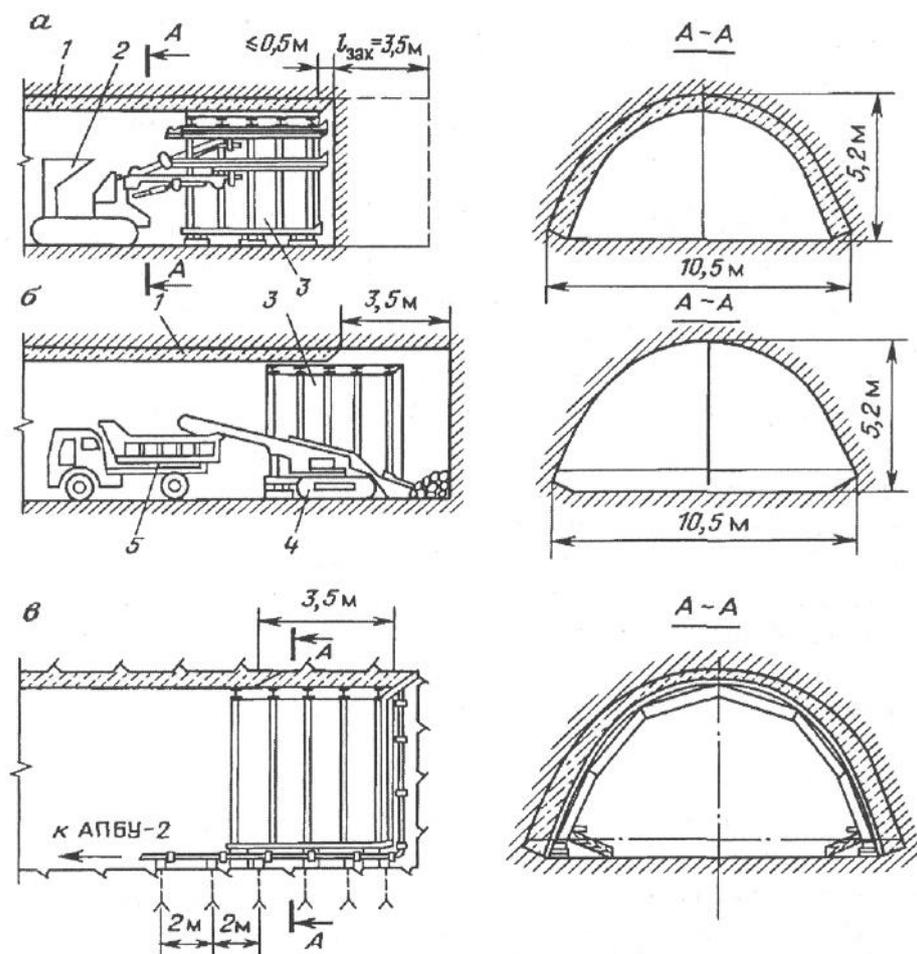


Рисунок 3.2 - Технология производства работ при креплении тоннеля с применением чернового бетона (крепление водовода Днестровской ГЭС):

а - обустройство забоя; *б* - уборка породы; *в* - бетонирование;

1 - временная бетонная крепь; *2* - буровая установка УБШ-503;

3 - щит-опалубка длиной 4,1 м; *4* - погрузочная машина ПНБ-ЗД;

5 - автосамосвал МАЗ-5543

Щит-опалубку выполняют из профильного и листового металла. Для передвижения, установки опалубки в проектное положение и ее демонтажа предусмотрена домкратная система. По сравнению с креплением двойным набрызгбетоном способ чернового бетона имеет ряд существенных

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ

Лист

82

недостатков: наличие массивного, металлоемкого щита-опалубки, сложности с его передвижением, установкой и др.

При дальнейшем ухудшении горно-геологических условий применяют различные модификации опережающей крепи в виде анкеров или защитных экранов из труб.

На Рисунок 3.3 показано применение опережающей анкерной крепи при строительстве тоннеля метрополитена в г. Осло (пролет выработки 13 м, высота 8 м). В нарушенных породах после проходки 3-4 м наносили автоматизированным способом дисперсно-армированный набрызгбетон толщиной 5 см и устанавливали железобетонные анкеры длиной 3 м с шагом 1-2 м и наклоном 60° в сторону забоя. Кроме того, через каждые 4 м устанавливали анкеры длиной 6 м диаметром 24 мм с наклоном 25° к горизонтали. После окончания установки анкеров наносили второй слой набрызгбетона толщиной 5 см.

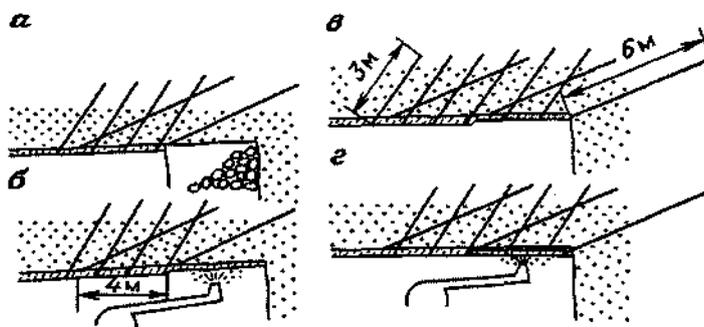


Рисунок 3.3 - Пересечение зоны нарушенных пород с применением опережающей анкерной крепи (тоннель метрополитена в г. Осло):

а - взрыв; б - нанесение первого слоя фибронабрызгбетона толщиной 5 см; в - установка наклонных опережающих анкеров длиной 6 м и анкеров в кровле длиной 3 м; г - нанесение второго слоя фибронабрызгбетона толщиной 5 см.

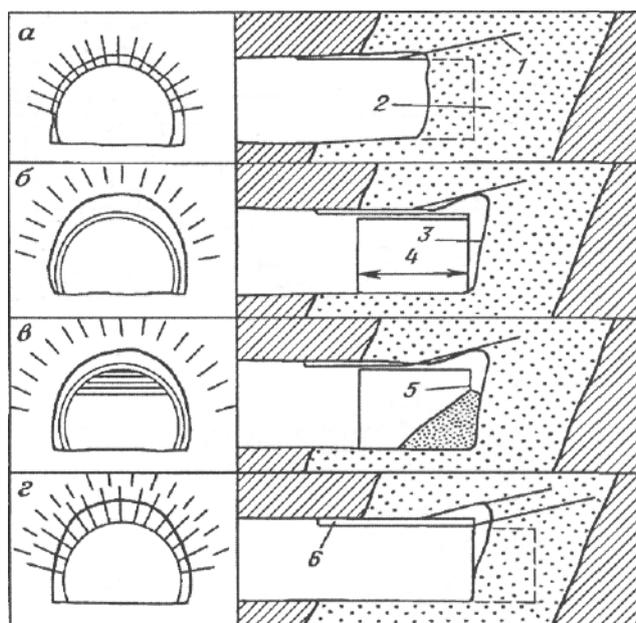


Рисунок 3.4 - Пересечение нарушенной зоны с применением опережающей анкерной крепи (подводный тоннель Вардо, Норвегия): а - возведение бетонной обделки и установка опережающих анкеров; б - нанесение набрызгбетона и установка опалубки; в - бетонирование; г - установка следующей очереди опережающих анкеров; 1 - опережающая анкерная крепь; 2 - зона нарушенных пород; 3 - набрызгбетон; 4 - несущая ферма опалубки; 5 - опалубка; 6 - бетонная обделка

На рисунке Рисунок 3.4 приведена схема пересечения нарушенной зоны при строительстве подводного тоннеля Вардо (Норвегия). Работы вели с установкой опережающей крепи из анкеров и набрызгбетона. Каждую заходку бетонировали вплотную к забою, поэтому шпурсы для следующего ряда анкеров бурили через бетон.

В основе рассмотренных выше способов преодоления тоннелем нарушенных зон лежат ограждающие тоннель конструкции крепи. Их эффективность имеет определенные границы, за пределами которых необходимо переходить на более сложные и дорогостоящие способы предварительной стабилизации неустойчивых пород на период строительства и эксплуатации тоннелей, среди которых достаточно эффектив-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ

Лист

84

ными в тоннелестроении показали себя способы химического закрепления малоустойчивых пород, наряду с цементацией и др.

Коротко сущность способа химического закрепления пород заключается в инъектировании в неустойчивый массив специальных укрепляющих составов. На рисунке Рисунок 3.5 приведена типовая схема химического закрепления зоны разлома длиной 9 м. В подсводовой части тоннеля бурят один ряд, состоящий из 12 скважин диаметром 86 мм. Нагнетание ведут через манжетные колонны. За рубежом, в Японии, Франции и других странах, химическое закрепление применяют в сочетании с опережающим защитным экраном из труб, установленным в скважины по периметру свода тоннеля.

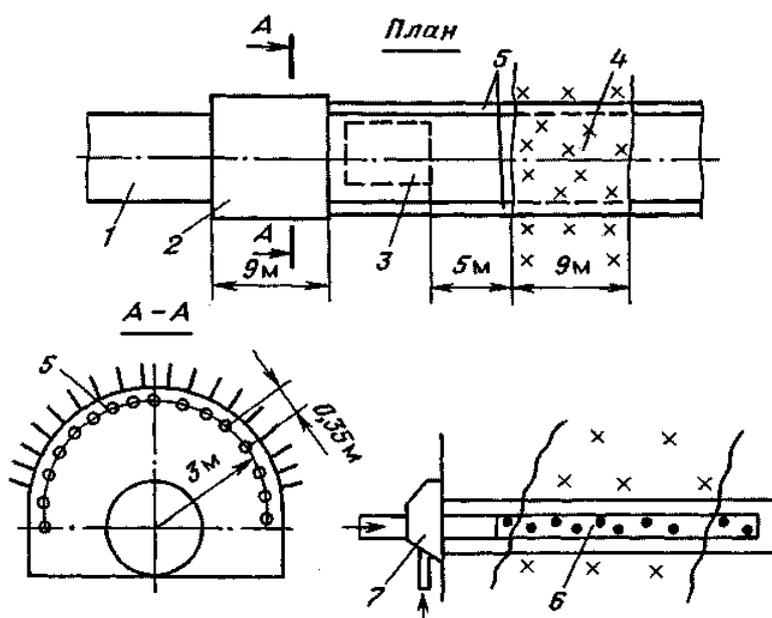


Рисунок 3.5 - Типовая схема химического закрепления породы в тоннеле:

1 - тоннель; 2 - камера опережающего крепления; 3 - проходческий тоннельный комбайн; 4 - зона разлома; 5 - скважины; 6 - иньектор; 7 - превентор

В настоящее время созданы новые композиционные материалы, имеющие органическую и органоминеральную основы. Первые содержат по-

лиэфирный олигомер и полиизоцианат, вторые состоят из жидкого стекла и полиизоцианата. Рекомендуемые растворы и области их применения приведены в таблице 3.1.

В нарушенных зонах при коэффициенте крепости пород $f = 0,5+1,5$ эффективной является опережающая крепь из труб (экран из труб).

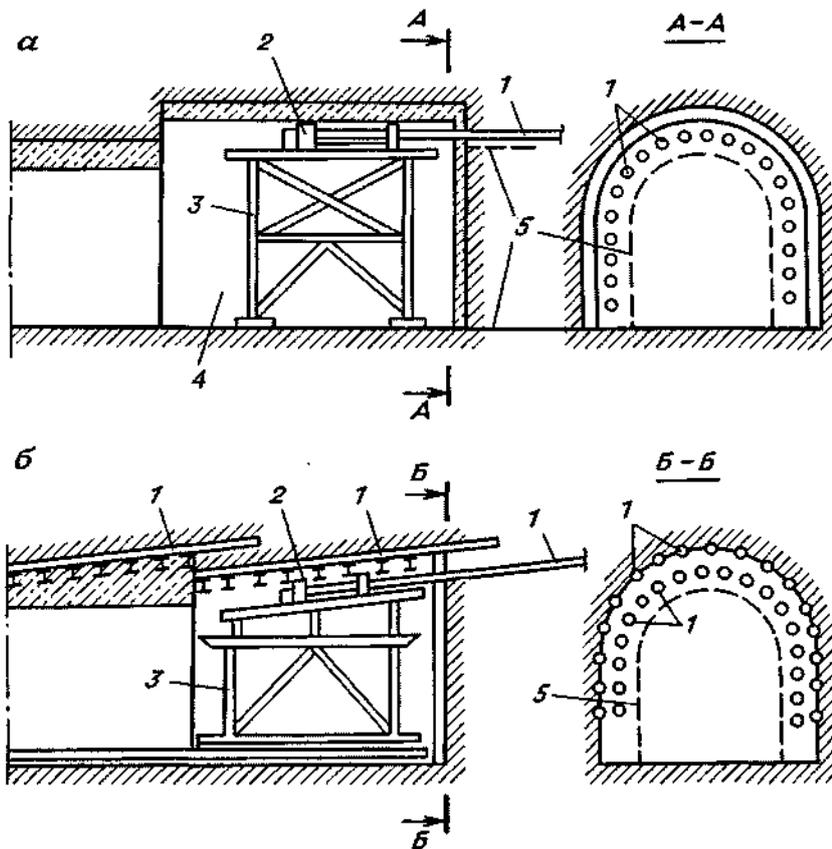


Рисунок 3.6 - Варианты защитного экрана для пересечения тоннелем зон тектонических нарушений, устраиваемого из камеры (а) или из отдельных перекрывающих секций (б):

1 - трубы защитного экрана; 2 - буровой станок; 3 - подмости; 4 - камера; 5 - контур выработки

На Рисунок 3.6 приведена принципиальная схема такого экрана, используемого при пересечении тектонических зон. Возможны два способа возведения защитных экранов из труб. Если длина преодолеваемой под

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ

Лист

86

защитой экрана тектонической зоны не превышает 30-40 м, в устойчивой зоне тоннеля за несколько метров до разлома сооружают камеру, из которой по контуру выработки за проектным сечением параллельно оси тоннеля бурят скважины, в которых затем устанавливают трубы экрана (см. Рисунок 3.6, а). Скважины проходят через всю зону слабых пород и забурены на некоторую глубину в устойчивую породу на противоположной стороне тектонической зоны. Если же длина зоны слабоустойчивых пород превышает 30-40 м, защитный экран устраивают непосредственно из тоннеля. При этом трубы забуривают также за проектным сечением обделки под наклоном в несколько градусов к оси тоннеля. Экран (по длине) создают из отдельных секций длиной 15-30 м, перекрывающих друг друга на 2-4 м (см. Рисунок 3.6, б).

На Рисунок 3.7 показан экран из труб при проведении автодорожного тоннеля в Италии. Работы вели методом нижнего уступа с параллельным проведением калотты и уступа.

Под прикрытием экрана из труб проводили тоннель заходками 0,52 м с установкой поддерживающих металлических арок. Диаметр труб 60-300 мм, толщина их стенок 5-20 мм, расстояние между трубами 20-60 см.

Трубы могут быть перфорированы в случае необходимости инъецирования через них раствора для закрепления грунта.

Для создания защитного экрана в скальных сильнораздробленных породах применяют перфорированные трубы, устанавливаемые в предварительно пробуренные скважины. В трубы нагнетают цементно-песчаный раствор под давлением 1,5-2 МПа, который омоноличивает породу вокруг скважины.

Перед началом бурения скважин в забое возводят стену из монолитного бетона толщиной 250-300 мм, в которой омоноличены отрезки металлических труб, служащих направляющими для бурения скважин. После нагнетания раствора бетонную стену разбирают и приступают к проходческим работам, которые ведут с большой осторожностью с тем, чтобы избежать образования трещин в омоноличенном массиве. Желательно вместо БВР применять

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Таблица 3.1 – Рекомендуемые растворы и области их применения

Основа растворов	Растворы	Область применения
Цементы и глины	Цементно-глинистые, цементно-песчаные, цементно-песчано-глинистые	Сильнотрещиноватые породы с шириной раскрытия трещин 10 мм и более
	Цементно-коллоидные	Тонкотрещиноватые породы с не значительным (менее 0,3 мм) раскрытием трещин и большими скоростями фильтрации
	Цементно-силикатные	Породы со средней и мелкой трещиноватостью обводненные
Силикаты	Водный силиката натрия	Породы с микропроницаемостью, тонкотрещиноватые
	Щавелево-алюмосиликатные	Тонкотрещиноватые карбонатные породы
	Силикатно-фтористокислые	Средне- и тонкотрещиноватые породы со значительными скоростями фильтрации
	Кремнефтористоводородные	Зоны дробления с карбонатным заполнителем
	Силикатно-органические	Трещиноватые породы с песчано-глинистым заполнителем трещин
Смолы	Карбамидные смолы	То же
	Акриловые смолы, полиизоцианатно-силикатные	Средне- и тонкотрещиноватые породы обводненные. Водонасыщенные зоны разлома с древесно-песчаным заполнителем с глинистыми включениями

комбайны избирательного действия. По мере продвижения забоя устанавливают металлические арки с шагом 0,75-1 м, которые омоноличивают набрызгбетоном.

Скорость ведения проходческих работ зависит от горно-геологических условий и колеблется от 0,5 до 1,5 м/сут. Например, зона нарушенных пород протяженностью 50 м на автодорожном тоннеле Аобаяма (Япония)

площадью сечения 61 м^2 была Пересечена за 35 рабочих дней. Иногда вместо экрана из труб применяют опережающую крепь из монолитного бетона.

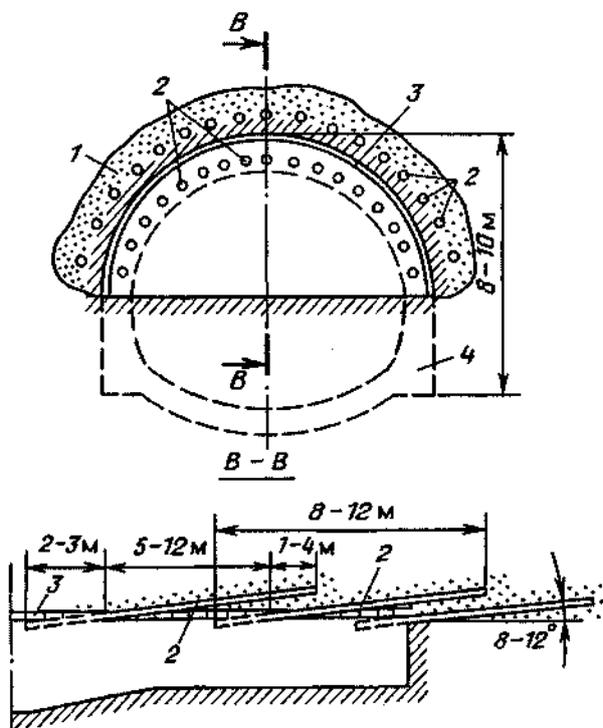


Рисунок 3.7 - Автодорожный тоннель в Турине (Италии):

- 1 - зашпонированный массив; 2 - трубы; 3 - арка;
- 4 - контур выработки.

Так, при проведении двухпутных железнодорожных тоннелей во Франции была применена опережающая бетонная крепь. Тоннели площадью 95 м^2 проходили в глинах новоавстрийским способом. Размеры опережающей калотты $13 \times 5,7 \text{ м}$. По контуру забоя с помощью самоходной установки с баровым, т.е. цепным, исполнительным органом прорезали щель (прорезь) шириной 18 см , глубиной 3 м и длиной по дуге 18 м . В полученную прорезь нагнетали бетонную смесь на глиноземистом цементе. Через $16-18 \text{ ч}$, когда бетон достигал предела прочности при сжатии 10 МПа , разрабатывали забой заходками $2-2,5 \text{ м}$, устанавливая металлические арки под бетонную

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ

Лист

89

крепь. Разработку вели гидравлическим экскаватором, породу вывозили думперами. На расстоянии 25 м от забоя возводили монолитную бетонную обделку толщиной 30 см. Суточная скорость проведения составляла от 1,8 до 2,7 м. Аналогичную опережающую крепь применяли и в других тоннелях, сооружаемых в слабых глинистых породах.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

4 Электромеханическая часть

4.1 Подземный транспорт

При сооружении тоннелей больших сечений горным способом, наиболее рационально для откатки породы применение автотранспорта, что и предусмотрено настоящим проектом. Для откатки породы из тоннеля до перегруза предусматривается использование погрузочно-доставочной машиной *TORO - 301D*. На перегрузе разработанная порода перегружается экскаватором в автосамосвалы и транспортируется на отвал.

Подача готовой смеси в тоннель от бетонных заводов, расположенных на строительных площадках у порталов тоннеля, предусматривается автобетоносмесителями «*Transmix-3000*».

Несущая рама тоннельной опалубки и технологические тележки выполнены в виде портала, обеспечивающего беспрепятственный пропуск транспортных машин и самоходного оборудования на участке ведения бетонных работ, с учетом требуемых нормативных расстояний для проходов людей и зазоров между габаритами транспортных средств и оборудованием.

4.2 Водоотлив

Проходка тоннеля осуществляется на «подъем», без подтопления забоев по калотте и штроссе. Водоотвод производится самотеком в дренажную систему стройплощадки Южного портала.

Максимально ожидаемые объемы водопритоков, в систему водоотвода Южного портала, определены на основании инженерно-геологических изысканий и технологических данных и составляют:

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Белкин А.В.				Проектные решения при строительстве шестого железнодорожного тоннеля трассы «Адлер - Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Волков Е.С.						91	151
Реценз.	Ковалева О.А.					Кафедра ШПС ИГДГиГ СФУ		
Н. Контр.	Зайцева Е.В.							
Утверд.	Вохмин С.А.							

$q = 5,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ – общий водоприток из тоннеля (по данным инженерно-геологических изысканий);

$q = 3,0 \text{ м}^3/\text{ч}$ – максимальные технологические стоки.

Суммарный водоприток составляет $8,0 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Отвод сточных вод производится по самотечному лотку.

Так же, согласно отчету инженерно-геологических изысканий, при вскрытии тоннелем зон тектонических нарушений или трещиноватых пород, максимальный ожидаемый приток на забой может составить $15 \text{ м}^3/\text{час}$.

Бетонирование лотков тоннеля ведется в соответствии с техническим планом строительства. При бетонировании на участках с «подтоплением» для водоотлива используются насосные установки, оборудованные погружными электронасосами НПК 20-22, мощностью 3 кВт (1раб+1рез).

Диаметры напорных сетей водоотлива определены с учетом производительности насосных агрегатов.

Напорные трубопроводы водоотлива предусматриваются из стальных горячедеформированных труб по ГОСТ 8732-78*. Запорная арматура принята общепромышленного изготовления. Монтаж трубопроводов предусматривается на быстроразъемных соединениях. Трубопроводы и арматура покрываются антикоррозионным лаком.

Сточные воды из тоннеля направляются на очистные сооружения, предусмотренные на припортальной стройплощадке по отдельному проекту.

4.3 Компрессорное хозяйство

Снабжение потребителей сжатым воздухом рабочим давлением 5-6 атм. осуществляется от компрессорной станции, размещенной на строительной площадке южного портала. От компрессорной станции до портала трубопровод прокладываются по поверхности земли, на участке пересечения с подъездной дорогой трубопровод заглубляется.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	<i>Лист</i>
						92
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Магистральный трубопровод монтируется из стальных труб по ГОСТ 10704-91 на сварке, частично на фланцевых соединениях.

Внутри подземной выработки трубопровод монтируется из стальных электросварных труб соединенных на фланцах, вслед за продвижением забоя. По трассе трубопровода, проложенного по тоннелю, через каждые 50м и в забое устанавливаются вентили Ду-40 марки 15кч18п для разбора воздуха.

Для возможности резервирования трубопровода сжатого воздуха, в качестве противопожарного водопровода, на трубопроводах предусмотрена система переключающих задвижек.

4.4 Электроснабжение

Потребители, их характеристики

Основными потребителями электрической энергии при строительстве железнодорожного тоннеля №6 являются:

- горнопроходческие механизмы в забоях,
- вентиляция горных выработок,
- освещение тоннеля.

Напряжение питания потребителей

Проектом предусматривается применение следующих напряжений электрических сетей:

- 1,2 кВ для питания горнопроходческих механизмов
- 380 В для питания силовых нагрузок в подземных выработках,
- 36 В для освещения при проходке и освещения готовых участков тоннеля.

Схема электроснабжения

Проходка тоннеля осуществляется уступным способом со стороны Южного портала. Проходка верхней части с тоннеля (калотты), в диапазонах

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		93

грунтов с $f = 0,9$ и $f = 2,0-3,0$, выполняется горнопроходческим комбайном АМ-75.

На припортальной стройплощадке размещаются передвижные трансформаторные подстанции КТПВШ на напряжение 10/1,2 кВ и 10/0,4кВ, от которых соответственно получают питание горнопроходческий комбайн и буровые установки Ахега Т11-215 и «Robolt 07-3», а также посредством силовой сборки ЩС – силовые механизмы и электроосвещение при проходке тоннеля.

Кроме КТПВШ на стройплощадке размещается двухтрансформаторная подстанция КТПН мощностью 160кВА на напряжение 10/0,4кВ, от которой получают питание вентиляционные установки и насосная станция, расположенные на стройплощадке, а также аварийное освещение готовых выработок тоннеля.

Для электроснабжения потребителей, расположенных в подземных выработках, используется система с изолированной нейтралью обмоток низшего напряжения силовых трансформаторов, для электроснабжения потребителей, расположенных на стройплощадках – система с глухозаземленной нейтралью.

В составе настоящего проекта в комплекте с передвижными трансформаторными подстанциями КТПВШ, а также с силовой сборкой ЩС предусмотрены аппараты защиты от токов утечки на землю АЗУР-3.

Для питания передвижных механизмов в подземных выработках применяются кабели марки КГЭШ.

Расчёт нагрузок

Расчёт нагрузок произведен в соответствии с набором проходческих механизмов при проходке, а также исходя из этапности выполняемых работ:

Железнодорожный тоннель №6. Южный портал

- установленная мощность - 900 кВт

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

- потребляемая мощность - 500 кВт

Расчёт потребляемой мощности произведён с учётом коэффициентов спроса (K_c):

- для освещения подземных выработок - 1,0

- для вентиляционных агрегатов - 0,7

- для буровых установок - 0,3

- для подземных горнопроходческих механизмов - 0,6

Электрооборудование и освещение подземных выработок

Для приёма и распределения энергии применяется электрооборудование в исполнении IP54. В качестве силового щита применен распределительный пункт типа ПР8503 шкафного исполнения. Для управления и защиты электроприёмников применяются серийно выпускаемые отечественными заводами автоматические выключатели и магнитные пускатели.

Выбор напряжения для осветительных сетей готовых выработок произведён исходя из технологии производства работ по разработке грунта проходческими комплексами и технологии монтажа постоянных обделок.

Напряжение осветительных сетей 36 В, силовых – 380 В. Питание нагрузок освещения выполняется от понизительных трансформаторов типа ТСВМ-4 380/36 В, устанавливаемых в начале нагрузок. Магистральная сеть освещения выполняется кабелем ВВГнг, подключение светильников осуществляется кабелем КРПТ.

Освещение забоя и рабочее освещение готового тоннеля выполняется светильниками типа НСР-200 с лампами накаливания мощностью 200 Вт. Аварийное освещение готового тоннеля выполняется светильниками типа НСР-100 с лампами накаливания мощностью 100 Вт. Высота подвеса светильников 3,5 м.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Светильники забоя устанавливаются через 2м по обеим сторонам тоннеля в шахматном порядке. Светильники готового тоннеля: рабочего освещения устанавливаются через 4 м по обеим сторонам тоннеля в шахматном порядке, светильники аварийного освещения – с шагом 45 м по левой стороне тоннеля.

Нормируемая освещенность рабочих мест составляет ~ 50 Лк с учетом того, что на проходческих машинах и механизмах имеются стационарное осветительное оборудование.

Конструкции для прокладки кабелей устанавливаются через 2 м по обеим сторонам тоннеля.

Напряжение силовых сетей 380В. Для электроснабжения передвижных силовых потребителей подземных выработок используются гибкие шланговые кабели марки КГЭШ.

Контроль изоляции силовых цепей, питающих механизмы подземных выработок, и сетей освещения производится с помощью аппаратов защиты типа АЗУР-3 с действием на отключение неисправной цепи.

Конструкции для прокладки кабелей устанавливаются через 2 м по обеим сторонам тоннеля.

Защитное заземление

Для электроснабжения потребителей, расположенных в подземных выработках, используется система с изолированной нейтралью обмоток низшего напряжения силовых трансформаторов.

Проектом предусматривается устройство защитного заземления, к которому присоединяются металлические корпуса электродвигателей, сборок, автоматических выключателей, оболочки кабелей и другие металлические конструкции, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции электрической сети.

Заземляющее устройство состоит из заземлителей, забиваемых в грунт у портала тоннеля, и магистралей заземления. При этом максимально

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

используются естественные заземлители. Общее переходное сопротивление сети заземления, измеренное в наиболее удаленных от заземлителя местах, не должно превышать 2 Ом.

В подземных выработках устраивается общая сеть заземления из двух магистралей, проложенных по разным сторонам тоннеля, к которой присоединяются все подлежащие заземлению элементы, а также местные заземлители.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 Вентиляция

Проветривание тоннеля производится приточно-вытяжной системой вентиляции.

Количество воздуха, подаваемого в забой, определяем из расчёта не менее $6\text{ м}^3/\text{мин}$ на каждого работающего. Воздух в тоннеле должен содержать не менее 20% кислорода по объёму, при этом допускается содержание в воздухе не более 0,5% углекислого газа.

Все работы в тоннеле на участке нарушенных пород производим согласно графика производства работ. Проходка участка осуществляется с применением проходческих комбайнов избирательного действия *Mitsui S200* и АМ 75 с разделением на два уступа, со стороны южного портала.

Дизельный транспорт, работающий в тоннеле, оборудуется двухступенчатой системой очистки выхлопных газов.

5.1 Расчет необходимого количества воздуха для проветривания тоннеля во время проходки

Расчет производим:

– по количеству одновременно работающих людей.

Необходимое количество воздуха по максимальному количеству людей, одновременно находящихся в тоннеле, составляет:

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n \cdot K_3 = 6 \cdot 9 \cdot 1,2 = 64 \text{ м}^3/\text{мин} = 1,1 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.1)$$

где $q_{\text{л}}$ – количество воздуха на одного человека ($q_{\text{л}} = 6\text{ м}^3/\text{мин} \cdot \text{чел}$ или $0,1 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{чел}$); n – число одновременно работающих людей ($n = 9 \text{ чел.}$); K_3 – коэффициент запаса воздуха, учитывающий способ проветривания

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.	Белкин А.В.				Проектные решения при строительстве шестого железнодорожного тоннеля трассы «Адлер - Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Провер.	Майоров Е.С.						98	151
Реценз.						Кафедра ШПС ИГДГиГ СФУ		
Н. Контр.	Зайцева Е.В.							
Утверд.	Вохмин С.А.							

(нагнетательный $K_3 = 1,2$).

- по пылевому фактору.

Потребное количество воздуха по пылевому фактору в проходческих забоях составляет:

$$Q_{\text{пз}} = S_{\text{св}} \cdot V_{\text{опт}} = 80 \cdot 0,25 = 20 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.2)$$

где $S_{\text{св}}$ – площадь поперечного сечения выработки в свету, $S_{\text{св}} = 80 \text{ м}^2$; $V_{\text{опт}}$ – оптимальная скорость по выносу пыли 0,25 м/с, но не менее 0,1 м/с).

- по отработавшим газам самоходного оборудования с дизельным приводом (СДО).

Расчет количества воздуха (м³/с) по фактору выделения ядовитых газов самоходным и другим дизельным оборудованием производится по формуле:

$$Q_{\text{диз}} = q \cdot k_0 \cdot \sum N \quad (5.3)$$

$$Q_{\text{диз}} = (5/60)(190 \cdot 3 \cdot 0,5) = 23,75 \text{ м}^3/\text{с}.$$

где $q = 5 \text{ м}^3/\text{мин}$ – принятая норма подачи свежего воздуха на единицу мощности ДВС, м³/мин на 1 л.с.; k_0 – коэффициент одновременности работы машин с дизельным двигателем в забое (0,5); N , л.с. – мощность ДВС самоходных машин, работающих в тупиковой выработке (марка автопоезда – МоАЗ 7405, количество 3 шт., мощность двигателя ЯМЗ-238КМ2 190 л.с.).

- расчёт необходимого количества воздуха для разбавления сварочных аэрозолей

$$Q_{\text{св}} = a \cdot b \cdot n / 3600 \cdot (k_0 = 0,5) = 2500 \cdot 1,7 / 3600 \cdot 4 \cdot 0,5 = 2,36 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.4)$$

где a – минимальное количество воздуха, подаваемого на 1кг отработанных электродов, равное 2500 м^3 , b – масса электродов, расходуемых за час сварки, $b=1,7 \text{ кг/ч}$, n – число сварочных постов (принято $n=1$), $k_0=0,3$ – коэффициент одновременности работы сварочных постов.

Общий объем воздуха (конечный объем проходящего по трубопроводу воздуха) принимаем по наибольшему значению из рассчитанных величин, с учетом расхода воздуха для проведения сварочных работ:

$$Q = Q_{\text{диз}} + Q_{\text{СВ}} = 23,75 + 2,36 = 26,11 \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.5)$$

5.2 Расчет аэродинамических характеристик

Расчет:

– аэродинамическое сопротивление для круглой трубы

$$R = r_{\text{тр}} \cdot (L + 20 \cdot d \cdot n_1 + 10 \cdot d \cdot n_2), \text{ Н} \times \text{с}^2 / \text{м}^8; \quad (5.6)$$

$$R = 0,0053 \cdot (432,9 + 20 \cdot 1,6 \cdot 1 + 10 \cdot 1,6 \cdot 0) = 2,46 \text{ Н} \times \text{с}^2 / \text{м}^8$$

где $r_{\text{тр}}$ – удельное аэродинамическое сопротивление гибкого трубопровода без утечек, $\text{к}\mu/\text{м}$; n_1 и n_2 – число поворотов трубопровода на 90° и 45° соответственно; L – длина трубы (м), d – диаметр трубы, м.

- коэффициент утечек воздуха для трубопровода через стыки:

$$K_{\text{ут}} = \left(\frac{K_{\text{уд}} \times d}{3} \times \frac{L}{l_3} \times \sqrt{R} + 1 \right)^2 \quad (5.7)$$

$$K_{\text{ут}} = \left(\frac{0,001 \times 1,6}{3} \times \frac{432,9}{100} \times \sqrt{2,46} + 1 \right)^2 = 1,05$$

где $K_{\text{уд}}$ – коэффициент удельной стыковой проницаемости; l_3 – длина звена, м ($l_3 = 100 \text{ м}$)

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ				

– по нормам потери воздуха в вентиляционном трубопроводе не должны превышать 5 % на 100 п.м его длины; поэтому допустимая величина коэффициента потери воздуха:

$$[p]=1+0,5L \quad (5.8)$$

В данном случае

$$[p]=1+0,5 \cdot L=1+0,5 \cdot 4,32=3$$

$P=1Д < [p]=3$, т.е. не превышает нормируемую величину.

5.3 Расчет режимов вентилятора

Производительность вентилятора П 1:

Начальный объем воздуха (номинальная производительность вентилятора) при расчетном коэффициенте потерь $K_{ут}=1,05$ составляет:

$$Q_{вент} = Q \times K_{ут} = 26,11 \cdot 1,05 = 27,41 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.9)$$

где Q -необходимое количество подачи воздуха в тоннель по расчету;

$K_{ут}$ – коэффициент утечек воздуха, принят расчетный для данного оборудования, $K_{ут} = 1,05$.

5.4 Расчет депрессии вентилятора

$$h_{в} = h_{ст} + h_{м.с} + h_{дин} \text{ (Па)} \quad (5.10)$$

					<i>ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

где $h_{ст}$ – депрессия на преодоление сопротивления воздуховода, (статическая депрессия), Па; $h_{м.с}$ – депрессия на преодоление местных сопротивлений, Па; $h_{дин}$ – депрессия на преодоление динамического давления, Па

$$h_{ст} = R \cdot K_{ут} \cdot Q_{вент}^2 = 2,46 \cdot 27,41^2 = 2038,5 \text{ Па} \quad (5.11)$$

$$h_{дин} = V_t^2 \gamma / 2 = 13,05^2 \cdot 1,2 / 2 = 102,3 \text{ Па} \quad (5.12)$$

где γ – плотность воздуха, равная 1,2 кг/м³; V_t – скорость движения воздуха в трубопроводе, м/с.

$$V_t = 26,11 / (3,14 \cdot 0,8^2) = 13,05 \text{ м/с}$$

На неучтенные местные сопротивления от вентиляционного оборудования (шумоглушителей, вентиляторов, калориферов и др.) принимаем 20% от общих потерь:

$$h_{м.с} = 0,2 \cdot (2038,5 + 102,3) = 428,2 \text{ Па}$$

$$H_{вент} = h_{ст} + h_{дин} + h_{м.с} = 2038,5 + 102,3 + 428,2 = 2569 \text{ Па} \quad (5.13)$$

По данному расчету при номинальной производительности вентилятора $Q=27,41$ м³/с, общие потери напора сети воздуховода составляют 2569 Па, что соответствует рабочей характеристике двух последовательно установленных вентиляторов *Korfmann AL 12-550* (таблица 5.1). Общий вид вентилятора представлен на рисунке 5.1.

Таблица 5.1

Тип	Конструкция	Область применения	Производительность, м ³ /с	Давление, Па
AL 12-550	Осевой вентилятор без взрывозащиты	Вентиляция тоннелей и штолен	25,0-38,0	1700



Рисунок 5.1 Общий вид вентилятора *Korfmann AL 12-550*

для $Q=27,41 \text{ м}^3/\text{с}$, $P_{\text{вент}}=1700 \text{ Па}$;

$P_{\text{вент}} = 1700 \text{ Па} \cdot 2 = 3400 \text{ Па}$.

5.5 Расход тепла на нагрев приточного воздуха в холодный период года

$$N = 1,2 \cdot Q \cdot (t_1 - t_2) \cdot 0,24 \quad (5.14)$$

$$N = 1,2 \cdot 27,41 \cdot 3600 \cdot (16 + 0,3) \cdot 0,24 = 463224,6 \text{ ккал/ч} = 537 \text{ кВт}$$

где: t_1 – расчетная температура внутреннего воздуха в тоннеле, °C (+16 °C);
 t_2 – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года; N – мощность электрокалориферов на нагрев приточного воздуха, кВт.

6 Безопасность и экологичность проекта

6.1 Идентификация вредных и опасных факторов при проходке тоннеля

Горные предприятия относятся к опасным производственным объектам в соответствии с требованиями [36]. Не является исключением и проектируемый железнодорожный тоннель №6. В частности при проведении данного тоннеля на трудящихся действуют следующие разнообразные опасные и вредные факторы производственной среды: Опасные производственные факторы а) обвалы и обрушения горных пород; б) электрический ток; в) падение людей с высоты; г) вращающиеся и движущиеся части машин и механизмов и проч. Вредные производственные факторы а) неблагоприятные микроклиматические условия в тоннеле; б) ядовитые газы (H_2S , NO_2 , CO и проч.); в) породная пыль; г) недостаточное освещение тоннеля и отсутствие естественного света; д) шум и вибрация от различных машин и оборудования.

На основании анализа травм и аварий в условиях проектируемого горного объекта выявлены места расположения наиболее опасных зон и рабочих мест:

1) Зоны горно-геологических нарушений, характеризующиеся повышенным горным давлением и нарушением геологической структуры массива горным пород.

2) Участки тоннеля, где породы ненадежно удерживаются из-за отсутствия крепи или неудовлетворительного ее состояния, а породы кровли деформированы или по другим причинам склонны к обрушению.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Белкин А.В.</i>				<i>Проектные решения при строительстве шестого железнодорожного тоннеля трассы «Адлер - Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Галайко А.В.</i>						104	151
<i>Реценз.</i>						<i>Кафедра ШПС ИГДГиГ СФУ</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Зайцева Е.В.</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Вохмин С.А.</i>							

3) Пространства, примыкающие к движущимся и не огражденным частям оборудования.

4) Пространства, примыкающие или находящиеся на пути движущихся транспортных средств.

5) Зоны опасного разлета или падения кусков и глыб горных пород.

6) Пространства, примыкающие к токоведущим неизолированным или имеющим поврежденную изоляцию частям и проводникам электрооборудования.

На основании анализа актов по форме Н-1, отчетов по форме 7-Т, журналов регистрации и учета НС, а также данных о численности подземных трудящихся установлено:

- наиболее часто подземные трудящиеся травмируются в следствие обрушения горных пород (до 35%);

- чаще всего травмируются проходчики (41%);

- средний уровень электротравматизма в тоннелях составляет 17%;

- наиболее травмоопасными процессами в тоннеле являются его крепление и погрузка отбитой породы (44%);

- самым травмоопасным видом оборудования является горнопроходческое оборудование (33%) и транспорт (25%).

Наиболее часто травмируются проходчики в возрасте до 25 лет и подземным стажем менее 3 лет (до 65%), что обусловлено отсутствием у них практического опыта и навыков поведения в аварийных ситуациях. Чаще всего несчастные случаи происходят в начале и конце рабочих смен (до 60%), что связано, с одной стороны, с эффектом «вработывания», а с другой, ослаблением внимания из-за усталости.

Кроме ОПФ на проектируемом горном объекте на подземных трудящихся действуют вредные факторы производственной среды, что ведет к возникновению разнообразных патологий и заболеваний. Анализ обстоятельств и условий возникновения профессиональных хронических

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

заболеваний показал, что причиной 65% случаев является несовершенство технологических процессов и низкий уровень организации труда. Кроме того, хронические профессиональные заболевания возникают вследствие:

- конструктивных недостатков машин и оборудования (10,7%);
- отсутствия, неисправности и несовершенства СИЗ (8,4%);
- некачественного состояния рабочих мест (5,9%).

Таким образом, высокий уровень профзаболеваний трудящихся обусловлен в основном сложными горно-геологическими условиями, значительным износом оборудования, отсутствием должной борьбы с такими вредными факторами как породная пыль, производственная вибрация и шум, аномальный микроклимат на рабочих местах и т.д.

6.2 Мероприятия по технике безопасности

6.2.1 Меры безопасности при ведении проходческих работ

Участок железнодорожного тоннеля №6 протяженностью 50,32 м и площадью поперечного сечения 132 м² проводится с помощью высокопроизводительных проходческих комбайнов избирательного действия *Mitsui S200* и *AM 75*. С целью обеспечения высокого уровня безопасности при эксплуатации проходческого комбайна следует соблюдать следующие требования нормативно-технической документации:

К работе на комбайне допускаются лица, не моложе 18 лет, имеющие профессиональные навыки, прошедшие медицинское освидетельствование, обученные на специальных курсах по установленной программе, прошедшие двухнедельную стажировку, обученные безопасным методам и приемам работ, сдавшие экзамен квалификационной комиссии и получившие соответствующие удостоверение по профессии.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		106

Эксплуатация механизмов ПК при отсутствии или повреждении защитных кожухов, ограждений, сигнализации, систем блокировок, клапанов, вентиляции и пылеподавления, перил, поручней, ступенек, рабочих подмостей - запрещается.

Конструкция системы орошения комбайна при его работе должна обеспечивать орошение резца и его следа в момент резания в зоне разрушения и погрузки (перегрузки) горной массы в комплексе с общешахтными средствами, снижение уровня запыленности воздуха рабочей зоны комбайна до предельно допустимой концентрации (ПДК) пыли согласно [32]. Кроме этого, средства орошения на исполнительном органе комбайна должны обеспечивать предотвращение воспламенения метана фрикционными искрами.

Комбайны должны оснащаться встроенными или автономными системами пылеотсоса.

Конструкция комбайна должна обеспечивать:

- безопасность работ при замене режущего инструмента исполнительного органа;
- защиту органов управления от случайных включений;
- защиту шлангов высокого давления и электрокабелей от внешних повреждений;
- возможность установки и подключения в электрическую схему автоматического прибора (метан-реле) для контроля содержания метана при работе комбайна в шахтах любой категории.

Эквивалентный уровень звука на рабочем месте, воздействующий на машиниста при применении им индивидуальных средств защиты от шума по [30] не должен превышать значений, установленных [29].

Комбайны должны иметь продольную и поперечную устойчивость как при передвижении в транспортном положении, так и при разработке забоя выработки на углах наклона как до $\pm 12^\circ$, так и более за счет удерживающих и

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

тормозных устройств, предохраняющих комбайн от сползания и скатывания при работе.

Тормозные устройства должны срабатывать автоматически при оперативных остановках, перерывах в энергоснабжении, а также при возможных авариях с ходовой частью.

Комбайны должны быть оборудованы устройствами для удержания исполнительного органа и стрелы конвейера в положении, удобном для производства ремонтных работ. Гидроцилиндры этих органов, а также питателя и аутригеров должны иметь гидрозамки, предотвращающие самопроизвольное их опускание при обрыве гидравлического рукава.

Комбайн должен быть оснащен:

- звуковой предупредительной сигнализацией;
- светильниками направленного света для освещения зоны разрушения забоя и мест погрузки и перегрузки горной массы, при этом уровень локальной освещенности должен быть не менее 50 лк, а в заводских условиях с учетом коэффициента запаса, равным 1,5 согласно [31], не менее 75 лк;
- сиденьем для машиниста с тепло- и виброзащитным покрытием.

6.2.2 Мероприятия по предотвращению поражения электрическим током

В целях предотвращения поражения электрическим током проектом предусмотрены основные элементы электрической защиты, которые сводятся к применению защиты от прикосновения к токоведущим частям, защитного заземления, защитного отключения, электрозащитных средств, а также к использованию электрооборудования в конструктивном исполнении, учитывающем рабочие условия в тоннеле.

Для защиты от поражения электрическим током при нарушении изоляции электрических сетей, а также для рабочего заземления нейтральных

					<i>ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		108

точек обмоток низкого напряжения силовых трансформаторов проектом предусматривается устройство внешних контуров заземления трансформаторных подстанций и прокладка магистрали заземления по тоннелю. Заземление выполняется в соответствии с требованиями [27].

Наружное заземляющее устройство выполняется общим для электроустановок с напряжением 6 кВ и 0,4/0,23 кВ.

Согласно ПУЭ-87 сопротивление наружного заземляющего устройства КТП должно быть не более 4 Ом в любое время года. В качестве искусственных заземлителей для наружного заземляющего устройства КТП применяются электроды из круглой стали Ø 16 мм, длиной 5 м, соединяемые полосовой сталью 4х40мм.

Контур заземления выполняется вокруг каждой подстанции, периметр контура составляет 100м.

В качестве нулевых защитных проводников используются нулевые рабочие проводники, кроме того, для целей зануления используются лотки для прокладки кабелей и проводов.

Электрические проводки выполняются контрольными кабелями с медными жилами в измерительных цепях и кабелях с алюминиевыми жилами во всех остальных цепях.

Временное электроснабжение на период строительства осуществляется от кабельной линии 0,4 кВ, прокладываемой от КТПН расположенных у порталов.

В соответствии с требованиями нормативных документов безопасность обслуживающего персонала в отношении поражения электрическим током обеспечена:

- применением надлежащей изоляции электрооборудования и кабелей с постоянным контролем за её состоянием;
- соблюдением соответствующих расстояний до токоведущих частей или путём их закрытия и ограждения;

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

- блокировкой аппаратов и ограждений для предотвращения ошибочных операций и доступа к токоведущим частям;
- применением разделяющих трансформаторов и защитным разделением сетей;
- компенсацией ёмкостной составляющей тока замыкания на землю; – применением предупредительной сигнализации.

6.2.3 Мероприятия по обеспечению безопасности работ при работе самоходных машин

Транспортировка грунта выполняется автопоездом МоАЗ 7405, который является объектом потенциальной опасности. Для повышения безопасности трудящихся необходимо соблюдать следующие требования [22]:

Машины должны передвигаться по выработкам со скоростью, обеспечивающей безопасность людей и оборудования, но не выше 20 км/ч. При разминовке машин скорости их должны быть снижены до 10км/ч. Скорость движения машин на участках, где проводятся какие-либо работы, не должна превышать 5 км/ч.

На прямолинейных участках горизонтальной выработки длиной более 500 м максимальная скорость груженых и порожних машин может быть увеличена до 40 км/ч. При этом скорость движения машин выше 20 км/ч устанавливается главным инженером организации по согласованию с территориальными органами госгортехнадзора.

Движение машин задним ходом разрешается на расстояние не более 200 м. Подача машин задним ходом в зоне, где выполняются какие-либо работы, должна производиться только по команде лиц, выполняющих эти работы.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		110

Допускается челночная схема движения машин при наличии дублирующих органов системы управления, предусмотренных заводом-изготовителем.

Каждая машина с ДВС должна быть оснащена автономной установкой пожаротушения.

Зазоры между наиболее выступающей частью транспортного средства и крепью выработки или размещенным в выработке оборудованием должны приниматься в зависимости от назначения выработок и скорости передвижения машины:

в выработках, предназначенных для транспортировки породы, - не менее 1,2 м со стороны прохода для людей и 0,5 м с противоположной стороны. При устройстве в выработке пешеходной дорожки выше проезжей части не менее 0,3 м и шириной 0,8 м или при устройстве ниш через 25 м зазор со стороны свободного прохода для людей может быть уменьшен до 1 м. Ниши должны устраиваться высотой 1,8 м, шириной 1,2 м, глубиной 0,7 м;

в выработках, предназначенных для погрузки породы и доставки ее к транспортной выработке, в выработках, находящихся в проходке, при скорости движения машин до 10 км/ч и при исключении возможности нахождения в таких выработках людей, не связанных с работой машин,- не менее 600 мм с каждой стороны.

Во всех случаях высота свободного прохода по всей ширине выработки должна быть не менее 1,8 м от почвы выработки.

В начале выработок, по которым придвижении самоходных транспортных средств проход людей не предусмотрен, должны быть вывешены освещенные запрещающие знаки.

6.2.4 Мероприятия по предотвращению прорыва воды

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

На данном проектируемом предприятии имеет место угроза прорыва воды (на основании геологических изысканий) и для предотвращения прорыва воды предусматривается изготовление водоотводных устройств. Водоотводные устройства в тоннеле обеспечивают отвод дренажных, сточных, моечных вод и запроектированы в следующем составе:

- приемные устройства для отвода дренажных вод из-за обделки тоннеля;
- водоприемные решетки для приема сточных вод с проезжей части тоннеля и отводом в магистральную сеть;
- магистральные сети водоотвода, проложенные в тоннеле, с устройством смотровых колодцев, с отстойной частью, и колодцев с гидрозатворами для исключения распространения горящих нефтепродуктов по тоннелю и далее на очистные сооружения.

Водоотводная сеть по тоннелю запроектирована из асбестоцементных труб Ø200мм по [37] марки ВТ-6 и проложена в бетонном основании проезжей части. Участки сети для отвода дренажных вод из-за обделки тоннелей из труб стальных электросварных Ø100мм по [38].

Смотровые колодцы запроектированы из монолитного железобетона и выполняются одновременно с устройством основания под проезжую часть тоннеля.

6.2.5 Меры безопасности при ведении маркшейдерских работ

Работники маркшейдерской службы обязаны, используя проектно-техническую документацию, выявить наличие на трассе строящегося тоннеля опасных зон. К ним относятся зоны действующих, строящихся или ликвидированных подземных сооружений, зоны с неустойчивыми грунтами, тектоническими нарушениями, а также с особо сложными и опасными в инженерно- геологическом отношении условиями производства работ.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

Обнаружение в процессе проходки выработки геологические нарушения, а также места происшедших крупных вывалов породы, выноса текущих масс и прорыва грунтовых вод должны быть нанесены на маркшейдерские планы горных работ с указанием даты. Главный и участковый маркшейдеры обязаны сделать предупреждение главному инженеру и начальнику участка о подходе к опасной зоне не позднее чем за 20 м неё. С момента, когда расстояния до опасной зоны составит 7м, замеры и оповещение о размерах целика участковый маркшейдер должен делать после каждой заходки.

При выполнении маркшейдерских работ на участке погрузки горной массы необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

– не находиться в зоне действия породпогрузочных механизмов, а также приближаться на опасное расстояние к автосамосвалу;

– не пересекать путь перед движущимся автосамосвалом или автобетоносмесителей

– не входить за ограждение работающих лебедок, конвейеров и другого оборудования;

– перемещаться с максимальной осторожностью только по пешеходным дорожкам.

При выполнении работ маркшейдеру запрещается:

– находиться в опасной зоне работы механизмов, в зонах возможного обрушения и в непосредственной близости от бровки откоса уступа;

– работать вблизи от не перекрытых и не огражденных зумпфов, взрывных шпуров.

По окончании работ необходимо доложить начальнику цеха или ИТР цеха об окончании маркшейдерских работ и о замеченных нарушениях правил безопасности.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

6.2.6 Мероприятия по предотвращению падения людей с высоты

Во избежание падения людей при работе на высоте, предусматривается применение страховочных тросов, которые прикрепляются одним концом к специальному ремню на поясе рабочего, а другим к специальному устройству, расположенному в своде металлической опалубки.

6.3 Мероприятия по производственной санитарии

6.3.1 Мероприятия по борьбе с пылью

В условиях проектируемого объекта пыль образуется при дроблении, размалывании и просеивании заполнителей бетонной смеси, при транспортировании и разгрузке сыпучих материалов, при подготовке поверхности строительных конструкций для гидроизоляции и отделочных работ, работе землеройных машин, при разборке или ремонте сооружений, а также на производственных и подсобных предприятиях. При проведении данных производственных процессов в проектируемом железнодорожном тоннеле уровень запыленности рабочих мест лежит в диапазоне от 130 до 210 мг/м³ (при норме 1-10 мг/м³).

На данном предприятия осуществляются следующие меры препятствующие образованию и распространению пыли, а также способствующие ее быстрому осаждению:

- при ведении проходческих работ используют орошение забоя типовыми оросительными установками, расположенными на ПК;
- обеспечение эффективной вентиляции рабочих мест и мест интенсивного пылевыведения;

					<i>ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		114

- оптимизация скорости движения воздушной струи в призабойном пространстве проектируемого тоннеля;
- изоляция источников пылеобразования (герметизация оборудования);
- осаждение пыли (аэрозолей) в акустическом, электрическом полях;
- разжижение взвешенной в воздухе пыли с помощью двух вентиляторов типа Korfman AL 12-550/500ВOKД ($v_{пров}=1,2-2,0$ м/с., $p=1,5-2,5$ мПа.);
- применение индивидуальных средств защиты от пыли - противопылевых респираторов типа ПРШ-742 с коэффициентом пылеочистки 85%.

Так же защита от пыли осуществляется посредством размещения складов сыпучих материалов, камнедробильных установок и другого пылящего оборудования изолированно от других рабочих мест.

Наибольший эффект пылеподавления достигается подачей и распределением по вентиляционной сети тоннеля расчетного количества свежего воздуха.

6.3.2 Мероприятия по улучшению освещённости

Проектом проведения тоннеля №6 предусмотрено его рабочее и аварийное освещение, которое выполняется в соответствии с требованиями. Рабочее освещение тоннеля предусмотрено светильниками с газоразрядными лампами высокого давления типа ДНаТ по ТУ16-90 ИКГЖ 675600.010 ТУ мощностью 400, 250 Вт, устанавливаемыми по оси тоннеля.

Для аварийного освещения предусмотрены светильники с люминесцентными лампами со встроенными аккумуляторами, обеспечивающими работу светильников в течение 2-х часов при исчезновении переменного напряжения.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		115

Для освещения участков дороги перед порталами предусмотрена установка опор наружного освещения со светильниками с лампами типа ДНаТ.

Для местного освещения при производстве ремонтных работ в камерах и нишах предусмотрены понижающие трансформаторы ЯТП-0.25, 220/12В, 250Ва, устанавливаются в закрываемых ящиках.

Управление освещением запроектировано автоматическое в зависимости от наружной освещенности и местное из электрощитовых.

Сеть электроосвещения тоннеля выполняется кабелями марки АВВГнг, прокладываемыми открыто на лотках по оси тоннеля, и в стальных электросварных трубах по ГОСТ 10704-91 на выходе из электрощитовых и спусках к ящикам ЯТП-0.25.

Между опорами наружного освещения предусмотрена прокладка кабеля в траншее.

Средняя горизонтальная освещенность дорожного покрытия проезжей части автодорожного тоннеля в вечернем и ночном режимах –лк. В дневном режиме предусматривается плавное изменение освещенности в зависимости от расстояния от порталов, от 1250 лк, на портале до 30 лк на расстоянии 150 м от порталов.

Общее электрическое освещение тоннеля обеспечивается специальными тоннельными светильниками норвежской фирмы «OlaTox» типа СТШ 2 с натриевыми лампами. На припортальных участках – с лампами мощностью 250 Вт и шагом от 1,5 м до 9 м, в средней части тоннеля – с лампами мощностью 100 Вт и с шагом 12 м. Светильники располагаются с обеих сторон тоннеля на отметке 5Д от уровня проезжей части.

Светильники аварийного освещения с постоянным подзарядом встроенного аккумулятора устанавливаются по обеим сторонам тоннеля через 100 м в шахматном порядке и в нормальном режиме получают питание от сети общего освещения тоннеля. В случае отсутствия напряжения в сети общего освещения, светильник автоматически переключается на автономное

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

питание от встроенного аккумулятора, который рассчитан на работу светильника в течение одного часа.

Электроосвещение тоннеля выполняется светильниками с лампами накаливания типа ПЛП –х 100 Вт устанавливаемыми с шагом 9 м. Установленная мощность –кВт.

Электроосвещение притоннельных сооружений, сбоек и вентузлов также выполняется светильниками с лампами накаливания типа ПЛП 02 х 100 Вт и установленной мощностью – кВт.

В тоннеле через 60 м по обеим сторонам предусмотрены розетки для подключения светильников местного освещения. Для подключения ремонтных механизмов предусматривается установка ящиков типа ЯВЗЩ, которые располагаются в нишах тоннеля через 120 м и в эвакуационной штольне.

6.3.3 Мероприятия по снижению производственного шума и вибрации

В условиях проектируемого тоннеля источниками интенсивного шума и вибрации являются машины и механизмы с неуравновешенными вращающимися массами, в отдельных кинематических парах в которых возникает трение и соударение, а также технологические установки и аппараты, в которых движение газов и жидкостей происходит с большими скоростями и сопровождается пульсацией. К таким источникам шума и вибрации относятся проходческий комбайн, компрессоры, насосы, элементы вентиляционных систем, трубопроводы, электродвигатели и другое технологическое оборудование.

Вибрация и шум оказывает вредное воздействие на организм человека, на центральную систему и может вызвать вибрационное заболевание (ангионевроз), а также влияет на экологическую обстановку в местах их чрезмерного проявления.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

Для снижения воздействия вибрации на рабочих местах проектируемого тоннеля применяются различные меры и средства, например:

- виброизоляция оборудования относительно его основания – применение амортизаторов, рессор, резиновых прокладок и т.п.;
- дистанционное управление, исключающее передачу вибрации на рабочие места;
- использование инструмента с виброзащитными рукоятками;
- индивидуальные средства защиты – специальная обувь, рукавицы с накладками из поролона или резины;
- замена оборудования или инструмента с вибрирующими рабочими органами на невибрирующие.

Кроме мероприятий и методов технического характера для уменьшения воздействия на работающих следует проводить гигиенические и лечебно-профилактические мероприятия. К числу таких профилактических мероприятий относятся:

- ограничение времени контакта с вибрирующими машинами. Так, время работы с вибрирующими машинами не должно превышать 2/3 длительности рабочего дня;
- технологические операции должны распределяться между работниками так, чтобы продолжительность непрерывного воздействия вибрации, включая микропаузы, не превышала 15 –минут;
- проведение в течение смены двух регламентированных перерывов для активного отдыха (один до обеденного перерыва, другой после);
- обеспечение выполнения работы с вибрирующим инструментом только с температурой более 16°C. Работа на открытом воздухе при низких температурах должна проводиться в определенном режиме. Через каждый час работы рабочий обязан делать десяти-пятнадцатиминутный перерыв для пребывания в отапливаемом помещении с температурой воздуха более 22°C;

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

– создание условий для принятия после работы теплых водных процедур, ультрафиолетового облучения и выполнения комплекса лечебной гимнастики. Кроме того рекомендуется прием витаминов В и С, так как под действием вибрации их содержание в организме снижается.

Источники шума весьма разнообразны, поэтому нет единого метода борьбы с ними. Наиболее рациональным является устранение источника возникновения шума. Поэтому при модернизации оборудования и машин следует принимать конструктивные решения, способствующие снижению производственного шума:

- вибропоглощающие прокладки и эластичные муфты;
- заменять металлические ударные детали деталями из других материалов – пластмасс, текстолита, фибролита;
- точнее подгонять все детали и отлаживать их работу (устранение перекосов, балансировка работающих деталей, своевременная смазка и т. д.);
- обеспечить плотное сочленение элементов конструкций за счет применения звуко- и виброгасящих материалов (резина, асбест, капрон, пробка) и пружинных амортизаторов и рациональных способов их крепления;
- покрывать металлические шумящие детали специальными мастиками, лаками и красками;
- оклеивать вибрирующие поверхности виброгасящими материалами, обладающими большим коэффициентом внутреннего трения (битум, резина, толь, фетр, асбест и т. д.).

Безусловно, необходимо применение индивидуальных средств защиты (беруши, наушники, ватные тампоны), соблюдение режима труда и отдыха, проведение профилактических мероприятий, направленных на восстановление здоровья.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

6.3.4 Мероприятия по обеспечению благоприятного микроклимата

Температура воздуха на постоянном рабочем месте в производственном помещении в теплый период года не должна превышать +28°С, в холодный период года должна быть в пределах +16 - +22°С.

Оптимальная относительная влажность воздуха на постоянном рабочем месте в производственном помещении определяется в пределах 40% - 60%, допустимая - до 75%. Микроклиматические параметры среды проектируемого железнодорожного тоннеля не соответствуют правилам и нормам, из-за погодных условий на поверхности, поэтому применяют следующие меры по улучшению климатических условий:

- увеличения количества воздуха, подаваемого в тоннель;
- сокращения пути его движения от воздухоподающей штольни до рабочего забоя;
- проветривания забоя с увеличенными скоростями движения воздуха до 3-4 м/с;
- снижения относительной влажности воздуха, что позволяет улучшить теплоотвод от организма человека за счёт испарения влаги с поверхности тела;
- кондиционирования воздуха, подаваемого в тоннель;
- соблюдения рекомендуемого рационального питьевого режима.

Для обеспечения эффективного проветривания рабочих мест предусматривается, схема вентиляции выработок приточная, за исключением 30 минут после взрыва, когда вентилятор работает на вытяжку (реверсивный режим) и подачу воздуха обеспечивают главные вентиляторные установки типа Korfman AL 12-550/500.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

6.3.5 Мероприятия по борьбе с обводненностью

Внешние сети водоотвода запроектированы с целью обеспечения отвода сточных вод в следующих случаях:

- защита порталов тоннеля с верхней стороны от попадания в них дождевых и талых сточных вод с отводом на рельеф;
- отвод сточных вод из тоннеля на очистные сооружения и после их очистки сброс на рельеф с отводом в поверхностный водоем. Очистные сооружения размещены у порталов и запроектированы в следующем составе:
 - отстойник;
 - бензомаслоуловитель со сбором нефтепродуктов и отводом в отдельную емкость;
 - камера безнапорных фильтров с пенополиуретановой загрузкой.

Внешние сети водоотвода запроектированы из железобетонных труб Ø 300-500мм с устройством смотровых колодцев из сборных железобетонных элементов.

Прокладка трубопроводов и их соединение выполняется с учетом требований СНиП для сейсмических районов.

У порталов с верхней стороны предусмотрено устройство приямков с решетками, обеспечивающими прием и отвод поверхностных сточных вод и предотвращение попадания их в тоннель. С лобовых откосов за парапетами порталов предусмотрено устройство водосборных лотков (нагорных канав) для организации поверхностного водоотвода на рельеф.

6.4 Санитарно-бытовое и медицинское обслуживание трудящихся

С целью сохранения здоровья горнорабочих действует комплексная система по предотвращению профессиональных заболеваний, которая включает следующие виды охранных мер.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121

Технические.

1. Борьба с пылеобразованием (предварительное увлажнение горного массива, орошение).

2. Применение средств индивидуальной защиты (противопылевые респираторы ПРШ-742)).

3. Стирка спецодежды.

4. Снижение влажности в тоннеле (борьба с капежом).

5. Применение спецодежды для снижения охлаждающего влияния воздуха и защиты от капежа.

6. Применение глушителей для снижения неблагоприятного воздействия шумов при эксплуатации оборудования, являющегося источником повышения шума (вентиляторы).

7. Использование противозумовых индивидуальных средств (спец. наушники, противозумовые камеры в зданиях) . .

Нормативные (предварительно допустимая концентрация пыли, санитарные нормы микроклимата в тоннеле, допустимые уровни вибрации).

Медико-профилактические (медосмотр при приёме на работу, ежегодный профосмотр с рентгенографией, профилактическое ультрафиолетовое облучение, прохождение стационарного лечения в профилакториях и специализированных санаториях).

Организационно-правовые (перевод на другую работу в случае обнаружения признаков профзаболевания с сохранением прежней заработной платы, перевод на пенсионное обеспечение на льготных при подземном стаже 10 лет и достижении 50-летнего возраста).

Приведённые охранные меры научно обоснованы, носят законодательный характер и регламентированы в зависимости от условий правил безопасности, санитарными правилами по устройству и содержанию предприятия и другими документами.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		122

Все трудящиеся, занятые на производственных работах, обеспечиваются спецодеждой с учётом специфики рабочих мест. Спецодежда включает костюм, обувь, головной убор, служащие для защиты организма от механического, термического и химического воздействия внешней среды, и должна быть изготовлена из соответствующих тканей.

В чистом отделении АБК принимается личная одежда, которая хранится в индивидуальных шкафах. Затем горнорабочий получает обеспыленную, просушенную спецодежду. Далее по ходу движения получает противопылевой респиратор.

При выходе из тоннеля горнорабочие сдают индивидуальные средства защиты, приборы, спецодежду. В моечном отделении они получают резиновые тапочки и обмываются под душем. При выходе из душевых ноги дезинфицируются в ванночках со слабым раствором формалина во избежание грибковых заболеваний. Затем горнорабочие проходят ингаляцию и ультрафиолетовое облучение.

На предприятии имеется здравпункт, штат которого состоит из трёх человек. В здравпункте оказывают первую медицинскую помощь, ведут регистрацию всех видов травм, обучают рабочих приемам оказания первой медицинской помощи и проводят профилактическую работу.

Для более успешного оказания первой помощи на поверхности, в помещении гардеробной АБК, в тоннеле размещают аптечки первой помощи. В этих же местах находятся носилки салазочного типа с твёрдым ложем. Всех рабочих и технический персонал снабжают индивидуальными перевязочными пакетами.

6.5 Мероприятия по противопожарной безопасности

Противопожарная защита зданий и сооружений в условиях проектируемого объекта выполнена в соответствии с требованиями [35]

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		123

пожарное водоснабжение осуществляется от водопроводных сетей стройплощадок. В производственных и бытовых зданиях стройплощадок предусмотрена установка пожарных кранов или огнетушителей.

Водоснабжение в тоннеле предусмотрено для технологических нужд и для борьбы с подземными пожарами от единого пожарно-технического трубопровода. В качестве резерва для противопожарного водоснабжения предусматривается использование трубопровода сжатого воздуха, для чего устраиваются места их закольцовка с разделительными задвижками.

Пожарно-технологический водопровод подключается к трубопроводу противопожарного водоснабжения стройплощадок Южного и Северного порталов. Диаметр трубопровода определен с учетом пропуска воды с расходом 60 м³/час для тушения одного пожара.

В соответствии с требованиями [35] на пожарно-технологическом трубопроводе устанавливаются пожарные краны ДУ 65 мм:

- в тоннеле и штольнях - через каждые 100м;
- на сопряжении выработок;
- в призабойной зоне не далее 30м от забоя.

Каждый пожарный кран комплектуется специальным ящиком с надписью "Пожарный кран". В ящике хранится пожарный рукав длиной 20м с соединительными головками на концах и пожарным стволом. Для отключения отдельных участков устанавливаются задвижки с шагом 400м.

Напор в трубопроводе обеспечивается насосами, установленными в насосных станциях базовых стройплощадок не должен превышать 10 атм.

Меры по предупреждению пожаров:

- запрещается складировать лесные и горючие материалы подземных выработках, захламлять их и загромождать проходы лесоотходами. В горных выработках в непосредственной близости от места работы разрешается складывать лишь аварийный запас лесоматериалов;

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		124

– запрещается хранить в подземных выработках горючие жидкости, баллоны с кислородом, ацетиленом и другими горючими газами не должно превышать потребности на одну рабочую смену;

– горючие и смазочные материалы доставляются к месту работы в металлической закрывающейся посуде. Обтирочные материалы разрешается перевозить к местам работ и хранить в течении смены в металлических ящиках с крышками в количестве, не превышающей сменной потребности. Использованные обтирочные материалы должны ежемесячно вывозиться из горных выработок в закрытых металлических ящиках;

– электрокамеры в подземных выработках должны быть обеспечены углекислотными огнетушителями (2 шт. ОУ- 5);

– каждая автомашина, используемая в подземных выработках, обеспечивается двумя углекислотными огнетушителями (ОУ-2).

6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Обеспечение безопасности жизнедеятельности в ЧС представляет собой комплекс организационных, инженерно-технических мероприятий и средств, направленных на сохранение жизни и здоровья человека во всех сферах его деятельности.

В условиях проектного тоннеля разработан план ликвидации (ПЛА). В соответствии с ним предусматривается комплекс мер по спасению людей и ликвидации (локализации) аварии.

Оперативные части ПЛА при возникновении пожара и обрушения железнодорожного тоннеля №6 представлены в Таблицах 6.1 и 6.2

6.7 Охрана природы на предприятии

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		125

До начала строительства тоннеля №6 выполнен весь необходимый объём инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий с целью, определения возможного влияния предусмотренных методов производства работ на окружающую среду.

С целью уменьшения возможности образования карстов в горном массиве при проходке тоннелей предусматривается уменьшение объёма активного водопонижения за счёт обеспечения скорости проходки, отвода

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		126

Таблица 6.1 – Пожар в подземных выработках

№ п/п	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии	Лица, ответственные за выполнение мероприятий, и исполнители	Пути и время выхода людей из опасных зон	Маршрут движения горноспасательного отделения и задача	Маршрут движения горноспасательного отделения и задача
1	Сообщить о пожаре горному мастеру	Лицо, обнаружившее пожар	Люди, заметившие пожар, принимают меры по тушению пожара.	Дежурное отделение с минимальным оснащением по роду аварии получает задание от РГР лично, в зависимости от возникновения ЧС, и следуют: Ком. Отделения _____ Ф.И.О. _____ Респираторщикам: 1. Ф. И.О. _____ 2. Ф.И.О. _____ Следовать к месту аварии для оказания первой помощи и эвакуации пострадавших по исходящей струе. Задание выдал: _____ (подпись) (Ф.И.О.) Задание получил: _____ (подпись) (Ф.И.О.) Дополнительные сведения: 1. Число людей и их предполагаемое местонахождение 2. Состояние вентиляции аварийного участка, степень загазованности 3. Режим энергоснабжения аварийного и угрожаемого участков	Дежурное отделение с минимальным оснащением по роду аварии получает задание от РГР лично, в зависимости от возникновения ЧС, и следуют: Ком. Отделения _____ Ф.И.О. _____ Респираторщикам: 3. Ф.И.О. _____ 4. Ф.И.О. _____ Следовать к месту аварии для оказания первой помощи и эвакуации пострадавших по исходящей струе. Задание выдал: _____ (подпись) (Ф.И.О.) Задание получил: _____ (подпись) (Ф.И.О.) Дополнительные сведения: 1. Число людей и их предполагаемое местонахождение 2. Состояние вентиляции аварийного участка, степень загазованности 3. Режим энергоснабжения аварийного и угрожаемого участков
2	Сообщить о пожаре горному диспетчеру по тел: 8-988-180-33-22	Горный мастер			
3	Оповестить должностных лиц, согласно списка Формы-2	Горный диспетчер			
4	Отключить электроэнергию на аварийном участке.	ОРР по ЛА, Деж. эл. слесарь	Работающие на исходящей струе воздуха включаются в самоспасатели и выходят на поверхность.		
5	Вентиляторы отключить	ОРР по ЛА, Моторист ГВУ			
6	Оповестить и вывести людей из подземных выработок.	ОРР по ЛА, Горный мастер	Время выхода из наиболее удаленной точки – 8 мин.		
7	Определить границы опасных зон. Выставить посты исключить доступ лиц в аварийную зону без пропусков.	ОРР по ЛА, Нач. уч-ка			
8	Уточнить количество рабочих находящихся в подземных выработках	ОРР по ЛА, ламповщик	Запасные выхода: Южный портал, Северный портал		
9	Вызвать: - дежурного фельдшера с мед. пункта вахтового поселка; через горного диспетчера - скорую помощь, пожарную охрану п. Красная поляна	ОРР по ЛА Горный диспетчер			

Примечание: Вызов дополнительных подразделений производится по дополнительной команде ОРР по ЛА.

Изм. Лист № докум. Подпись Дата
ДП - 130400.65.00.05 - 1017592 ПЗ
127 Лист

Таблица 6.2 - Завал или обрушение в подземных горных выработках

№ п/п	Мероприятия по спасению людей и ликвидации аварии	Лица, ответственные за выполнение мероприятий, и исполнители	Пути и время выхода людей из опасных зон	Маршрут движения горноспасательного отделения и задача	Маршрут движения горноспасательного отделения и задача
1	Сообщить о завале (обрушении) горному мастеру	Лицо, обнаружившее завал (обрушение)	<p>1. Люди, находящиеся в подземных горных выработках до завала выходят на дневную поверхность и поступают в распоряжение ОРР по ЛА.</p> <p>2. Люди, находящиеся за завалом действуют в соответствии с инструкцией «По организации связи с людьми, находящимися за завалом».</p> <p>3. Люди, заметившие пострадавшего принимают меры по освобождению пострадавшего от действия травмирующего фактора, оказывают первую помощь и доставляют его на дневную поверхность, передают пострадавшего медицинским работникам или ВГСЧ.</p> <p>Время выхода из наиболее удаленной точки – 8 мин. Запасные выхода: Южный портал, Северный портал</p>	<p>Дежурное отделение с минимальным оснащением по роду аварии получает задание от РГР, следует к месту обрушения горной массы. Оказывает первую доврачебную помощь при необходимости. Приступает к ликвидации аварии.</p> <p>Ком. Отделения _____ Ф.И.О. _____ Респираторщикам: 5. Ф.И.О. _____ 6. Ф.И.О. _____</p> <p>Следовать к месту аварии для оказания первой помощи и эвакуации пострадавших по кратчайшему пути. Задание выдал: _____ (подпись) (Ф.И.О.) Задание получил: _____ (подпись) (Ф.И.О.)</p> <p>Дополнительные сведения: 1. Число людей и их предполагаемое местонахождение 2. Состояние вентиляции аварийного участка, степень загазованности 3. Режим энергоснабжения аварийного и угрожаемого участков</p>	<p>Дежурное отделение с минимальным оснащением по роду аварии получает задание от РГР, следует к месту обрушения горной массы. Оказывает первую доврачебную помощь при необходимости. Приступает к ликвидации аварии.</p> <p>Ком. Отделения _____ Ф.И.О. _____ Респираторщикам: 7. Ф.И.О. _____ 8. Ф.И.О. _____</p> <p>Следовать к месту аварии для оказания первой помощи и эвакуации пострадавших по кратчайшему пути. Задание выдал: _____ (подпись) (Ф.И.О.) Задание получил: _____ (подпись) (Ф.И.О.)</p> <p>Дополнительные сведения: 1. Число людей и их предполагаемое местонахождение 2. Состояние вентиляции аварийного участка, степень загазованности 3. Режим энергоснабжения аварийного и угрожаемого участков</p>
2	Сообщить о завале (обрушении) горному диспетчеру по тел: 8-988-180-33-22	Горный мастер			
3	Оповестить должностных лиц, согласно списка Ф-2	Горный диспетчер			
4	Отключить эл.энергию на аварийном участке.	ОРР по ЛА Деж. эл. слесарь			
4	Вентилятор работает в нормальном режиме. .	ОРР по ЛА, Моторист ГВУ			
5	Оповестить и вывести людей из подземных выработок.	ОРР по ЛА, Горный мастер,			
6	Определить границы опасных зон. Выставить посты исключить доступ лиц в аварийную зону без пропусков.	ОРР по ЛА, Нач. уч-ка.			
7	Уточнить количество рабочих находящихся в подземных выработках	ОРР по ЛА, ламповщица			
8	Вызвать: - дежурного фельдшера с мед. пункта вахтового поселка через горного диспетчера - скорую помощь п. Красная поляна Через горного диспетчера	ОРР по ЛА Горный мастер,			

ДПГ - 130400.65.00.05 - 1017592 ПЗ

поверхностных вод, первичного и контрольного нагнетания за временную крепь, соблюдения технологического цикла сооружения тоннелей.

Для снижения влияния строительства на устойчивость горного массива до начала основных работ предусматривается сооружения подпорных стенок и искусственное закрепление грунтов в местах возможных оползней.

При снятии, складированного и хранение плодородного слоя почвы должны приниматься меры, исключаящие ухудшение её качеств (смешивание с подстилающими породами, загрязнение жидкостями или материалами и др.), а также предотвращения размыва и выдувание складированного плодородного слоя почвы.

Стволы отдельно стоящих деревьев, попавших в зону производства работ и не подлежащих вырубке или пересадке, следует оградить. При отсыпках или срезках фунта в зонах охраняемых зелёных насаждений размер лунок и стаканов у деревьев должен быть не более 30см по высоте от существующей поверхности земли у ствола дерева.

Должны приниматься меры по ограничению уровня шума, вибрации, запыленности и загазованности воздуха.

Строительство необходимо вести с осуществлением мероприятий, обеспечивающих уменьшение загрязнения атмосферы, грунтовых вод, снижения уровня шума:

- применение машин с электроприводом;
- применение для нужд строительства электроэнергии взамен твердого из жидкого топлива;
- применение контейнеров, специальных транспортных средств и пневмоперегрузателей для погрузки и перевозки сыпучих пылящих материалов;
- внедрение контейнеризации для перевозки и разгрузки малопрочных сыпучих материалов с устранением отходов;
- применение герметичных емкостей для перевозки растворов;

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		129

Охрана атмосферного воздуха

При проходке и возведении обделки тоннеля, при монтаже оборудования предусмотрена приточная механическая вентиляция от главных вент. установок на строительных площадках у порталов.

При расчете выброса воздуха от вент. систем в атмосферу соблюдаются предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе по [34].

Количество воздуха, подаваемого для проветривания забоев, определяется расчетом по следующим показателям:

- по наибольшему числу людей в тоннеле (6 м³/мин на человека)
- по вредным газам от работы автотранспорта
- по сварочным аэрозолям
- по запыленности

Воздуховоды металлические, в тоннелях соединения звеньев склеиваются липкой лентой и закрепляются бандажами, в штольнях – на фланцах с резиновыми прокладками. Воздуховоды окрашиваются масляной краской.

Автотранспорт для вывоза грунта оборудуется газонейтрализаторами.

Охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения

Возможными источниками загрязнения поверхностных вод при строительстве тоннеля являются грунтовые воды, поступающие при производстве работ, а также попадающие вместе с вывозимой породой.

Грунтовые воды, удаляемые из тоннеля №6 при производстве пород, проходят самостоятельную очистку на очистных сооружениях на припортальных стройплощадках. После очистки вода подаётся в систему обратного водоснабжения.

Водоотлив при проходке выработок с Северного портала на подъём осуществляется самотёком по лотку тоннеля, с Южного портала на подъём частично самотёком, а частично насосом по трубопроводу в самотечный

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		130

лоток припортальной части тоннеля. Из тоннеля вода попадает в подкюветный дренаж стройплощадок и далее на очистные сооружения.

Для охраны поверхностных и подземных вод на стройплощадках запроектированы самостоятельные системы канализации. Так, хозяйственно-бытовая с ж/б выгребями, из которых стоки ассенизационным транспортом отвозятся на городские очистные сооружения города. Производственная система принимает стоки от обмыва колес и днища грузовых автомобилей в свои очистные сооружения. Система дождевой канализации запроектирована для отвода поверхностных дождевых вод по лоткам с территории стройплощадок, также имеет очистные сооружения. Очистные дождевые воды собираются в резервуар-накопитель, затем подаются в систему повторного использования воды.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		131

7 Экономическая часть проекта

7.1 Общие сведения о сметах

Технико-экономические особенности, присущие строительной продукции и ее производству, оказывают существенное влияние на ценообразование в строительстве и обуславливают специфику методов определения цен на строительную продукцию.

Основное отличие строительной продукции и ее производства от промышленной продукции заключается в следующем: здания и сооружения отличаются капитальностью, значительными единовременными затратами на их возведение, продолжительностью строительного производства, многообразием строительной продукции (строящиеся здания и сооружения резко различаются по назначению, объему, применяемым материалам и конструкциям), локальной закреплённостью, зависимостью характера продукции и величины затрат на ее производство от разнообразных местных условий. Индивидуальный, в большей или меньшей степени, характер строительной продукции, вызываемый осуществлением работ на основе проектов и смет, учитывающих различные требования и условия строительства объектов, оказывают решающее влияние на ценообразование в строительстве. Даже здания или сооружения при их возведении по одним и тем же типовым проектам в разных районах отличаются друг от друга некоторыми конструктивными элементами и видами работ и, следовательно, разными затратами на их возведение, хотя влияние на уровень затрат, в сравнении со строительством по индивидуальным проектам, значительно меньше.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Белкин А.В.</i>				<i>Проектные решения при строительстве шестого железнодорожного тоннеля трассы «Адлер - Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Зайцева Е.В.</i>						132	151
<i>Реценз.</i>						<i>Кафедра ШПС ИГДГиГ СФУ</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Зайцева Е.В.</i>							
<i>Утверд.</i>	<i>Вохмин С.А.</i>							

В связи с особенностями строительной продукции и методами ее производства цена каждого отдельного здания и сооружения определяется сметой, составленной на основе проекта. Таким образом, сметная стоимость строительных работ, утвержденная в установленном порядке, выполняет роль цены на строительную продукцию.

Сметная стоимость строительных работ по экономическому содержанию подразделяется на прямые затраты, накладные расходы и плановые накопления (сметную прибыль).

Наибольшую часть издержек строительного производства составляют прямые затраты, определяемые на основании объема работ, предусмотренного сметой, и сметных норм и расценок.

В состав прямых затрат входят основная заработная плата рабочих, стоимость материалов, деталей, конструкций, расходы по эксплуатации строительных машин и механизмов.

Накладные расходы в строительстве связаны с созданием необходимых условий для организации, управления и обслуживания строительного производства. Совместно с прямыми затратами они составляют сметную себестоимость строительных работ.

Плановые накопления в строительстве установлены в процентах к себестоимости строительной продукции.

Расчет стоимости строительства необходимо производить с учетом информации о текущем изменении цен на ресурсы, применяемые в строительстве. Эта информация может быть получена в региональных центрах по ценообразованию в строительстве и государственной статистики.

Подробно разработанные сметные нормативы, введенные в действие с 01.01.84 г., используются при расчете сметной стоимости строительства и являются базисным уровнем. Применяя к ним региональные индексы пересчета стоимости, определяют стоимость в текущих прогнозных ценах.

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						133
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Индексы цен – это коэффициенты перехода от базовой стоимости к стоимости на текущую дату, численно равные отношению стоимости продукции, работ или услуг на текущем уровне цен к стоимости на базовом уровне цен. Механизм индексирования цен широко используется во всем мире, так как позволяет достаточно просто решать проблему ценообразования в условиях инфляции.

Методика расчета индексов цен в строительстве заключается в периодическом отслеживании и статистической обработке текущих цен на строительную продукцию, работы и ресурсы с последующим усреднением полученных индексов.

Для определения сметной стоимости строительства составляется сметная документация, состоящая из локальных смет, объектных смет, сметных расчетов на отдельные виды затрат, сводных сметных расчетов стоимости строительства, сводок затрат и т.д.

Локальные сметы являются первичными сметными документами и составляются на отдельные виды работ и затрат по зданиям и сооружениям на основе объемов, определяющихся при разработке рабочих чертежей.

Для определения сметной стоимости прямых затрат на единицу объема применяют единичные расценки на строительные работы и конструкции.

Единичная расценка представляет собой денежное выражение ресурсов, предусмотренных в элементных сметных нормах, и выражает стоимость прямых затрат на единицу измерения конструкции или определенного вида работ.

Для составления локальной сметы на строительство участка тектонически нарушенных пород тоннеля №6 используются единые районные расценки (ЕРЕР-84).

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						134
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7.2 Расчет объемов работ для составления локальной сметы

Прежде чем приступить к составлению сметного расчета (сметы) на здание или сооружение, необходимо предварительно произвести специальные подсчеты объемов строительных работ на основе данных проекта.

При определении объемов работ по строительству объекта следует:

- правильно и полностью выявить характер и объемы работ, которые надо выполнить при возведении данного здания или сооружения;
- определить объемы конструкций или видов работ в единицах измерения, принятых соответствующим нормативном справочнике, при помощи которого будет исчисляться сметная стоимость объекта строительства.

Определим объемы работ по всем разделам локальной сметы на проходку и крепление тектонически нарушенного участка тоннеля № 6.

Для удобства составления сметы все объемы работ разделим на укрупненные группы с учетом принятой технологии:

- объемы работ по закреплению грунтов на одну заходку для верхней части (25 м) и для нижней части на всю длину участка (50,32 м);
- объемы работ по проходке верхней части под сводом из труб (на 1 п.м.);
- объемы работ по проходке нижней части (на 1 п.м.);
- объемы работ по возведению постоянной обделки (на 1 м тоннеля).

Приведем подробный расчет указанных выше укрупненных групп для проходки тектонически нарушенного участка тоннеля № 6.

Закрепление грунтов

В таблице 7.1 представлен расчет объемов работ по закреплению грунтов в верхней (на одну заходку 25,0 м) и нижней части (на весь участок).

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						135
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7.1 – Объемы работ по закреплению грунтов

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Количество		Примечание
			Верхняя часть	Нижняя часть	
1.	Бетонирование торцевой стенки бетоном кл. В25	м ³	44,6		
2.	Разработка торцевой стены отбойными молотками	м ³	44,6		
3.	Бетонирование основания бетоном кл. В15	м ³	12,7		h=100 мм
4.	Установка направляющих из балки I № 20	т	0,5	21,3	
5.	Бурение скважин под кондукторы ударно-вращательным способом станком RPD-65LS, L=2.0 м	шт/м	47/94	340/680	d=101 мм
6.	Установка кондукторов d =89 мм, L=2,2 м	шт/м	47/103,4	340/187	
7.	Омоноличивание кондукторов цементно-силикатным раствором	м ³	2,60	18,7	
8.	Бурение скважин по породе ударно-вращательным способом станком RPD-65LS	м	590	1275	d=65 мм
9.	Бурение скважин по цем. камню ударно-вращательным способом станком RPD-65LS	м	1789	2040	d=65 мм
10.	Нагнетание цементно-силикатных, силикатно-хлоркальциевых растворов	м ³	175	321,3	
11.	Армирование скважин трубами 50*4 мм	м	490	1105	
12.	Бурение дренажных скважин по породе станком RPD-65LS	м	150		d=65 мм
13.	Бурение контрольных скважин по цем камню станком RPD-65LS	м	50	1275	d=65 мм
Обслуживание машин и оборудования					
14.	- бурового комплекса «Кокен-Боринг»	м.см.	269	320,6	
15.	- комплекса нагнетания	м.см.	45,2	82,8	
16.	- автобетоносмесителя «Transmix-3000»	м.см.	23,0		
17.	- ПДМ TORO-301D	м.час	5,3		L _{отк} до 0,5 км
18.	- бетононасоса «CIFA»	м.час	8,9		
19.	Работа экскаватора (V _к =0,75м ³)	м ³	49		перегруз
20.	Транспорт разработанного бетона	т	112,0		
21.	Работа на отвале разраб. бетона	м ³	49		

Проходка каллоты

В таблице 7.2 представлен расчет объемов работ по проходке верхней части тоннеля под сводом из труб (на 1 п.м.).

Таблица 7.2 – Объемы работ по проходке каллоты

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Количество	Примечание
1	Разработка породы уступа комбайном АН-75	м ³	49,0	
2	Доработка отбойными молотками	м ³	2,6	
3	Ручная подкидка грунта	м ³	7,7	h=100 мм
<i>Установка временного крепления</i>				
4	- установка арки из I № 30 с использованием аркоустановщика Utilift 2000	шт/т	1/0,9173	
5	- укладка бетона временного крепления кл. В25	м ³	3,0	Свод толщиной до 30см
6	- укладка бетона временного крепления кл. В25	м ³	4,0	Стены верх толщ 60 см низ – 30 см
7	- установка скоб для крепления арок из арматуры А1, 20 мм	шт/кг	14/44,8	
8	- установка мет анкеров 20 мм, l=2,0 м, кл. А1, анкероустановщиком «Роболт 07-3»	шт/т	14/0,069	
9	- бурение скважин 105 мм длиной 5,0м в основании ударно-вращательным способом станком НКР-100М	шт/м	4/20	перфорация
10	- установка опорных анкеров 57*3мм, l=5,0 м	м/т	20/0,080	
11	- нагнетание цементно-песчаного раствора в скважины	м ³	0,7	
12	- установка опорных плит на анкера 400*250*10 мм	шт/кг	2/15,8	
13	- укладка бетона В22,5 в основание	м ³	1,9	
14	- укладка металл сетки 100*100*5 мм в основание	м ² /т	12,5/0,04	
15	Первичное/контрольное нагнетание за бетон временного крепления	м ²	17,2/17,2	
16	Устройство пешеходного настила брусок 150*150/ доска толщиной 40 мм	м ³ /м ²	0,06/1,2	
<i>Обслуживание машин и оборудования</i>				
14	- проходческого комбайна АН-75	м. час.	8,75	

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Количество	Примечание
15	- анкероустановщика «Роболт 07-3»	м.час.	1,4	
16	- автобетоносмесителя «Transmix-3000»	м.час.	3,6	
17	- ПДМ TORO-301D	м.час	21,7	
18	- бетононасоса «CIFA»	м.час	1,4	
19	- аркоустановщика Utilift 2000	м.час	0,54	
20	-обеспыливающего оборудования НВКК 1/400-2	м.час	3,9	
21	Транспорт разработанного грунта	т	134	До 20 км
22	Работа экскаватора ($V_k=0,75\text{м}^3$)	м^3	51,6	перегруз
23	Работа на отвале разраб. грунта	м^3	51,6	

Проходка штроссы

В таблице 7.3 представлен расчет объемов работ по проходке нижней части участка нарушенных пород (на 1 п.м.).

Таблица 7.3 – Объемы работ по проходке нижней части участка

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Количество	Примечание
1	Разработка породы штроссы комбайном «Mitsui MRH-S200»	м^3	57,1	
2	Доработка отбойными молотками	м^3	1,0	
3	Разработка механиз. способом бетона основания верхней части тоннеля	м^3	2,0	
<i>Установка временного крепления</i>				
4	- установка ножки арки из I № 30 с использованием аркоустановщика Utilift 2000	шт/т	2/0,322	
5	- установка обратного укоса из двутавра № 30, $l=1.0$ м	шт/т	2/0,073	
6	- укладка бетона временного крепления кл. В25	м^3	1,9	Стены толщиной 30 см
7	- укладка бетона временного крепления кл. В25 (бетон заполнения)	м^3	1,1	Стены толщиной 30 см
8	- установка скоб для крепления арок из арматуры А1, 20 мм	шт/кг	8/25,6	
9	- установка сталепол анкеров 20 мм, $l=2,0$ м, кл. А3, анкероустановщиком «Роболт	шт/т	4/0,020	

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		138

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Количество	Примечание
	07-3»			
10	- бурение скважин 105 мм длиной 5,0м в основании ударно-вращательным способом («Роболт 07-3»)	шт/м	4/20	
11	- установка опорных анкеров 57*3мм, l=5,0 м	м/т	20/0,317	перфорация
12	- нагнетание цементно-песчаного раствора в скважины	м ³	0,7	
13	- установка опорных плит на анкеры 400*250*16 мм	шт/кг	2/25,1	
14	- укладка балки в основание	шт/кг	1/514,65	I №30, l=14,1 м
15	- установка анкеров 32мм, l=1,5м (в основание)	шт/кг	4/37,86	
16	- укладка металл сетки 100*100*5 мм в основание	м ² /т	14,5/0,044	
17	- укладка бетона В25 в основание	м ³	4,1	
18	Первичное/контрольное нагнетание за бетон временного крепления	м ²	8,4/8,4	
19	Устройство пешеходного настила брусок 150*150/ доска толщиной 40 мм	м ³ /м ²	0,06/1,2	
20	Нанесение набрызгбетона В25 толщиной 70 мм	м ² / м ³	28,6/2,4	
<i>Обслуживание машин и оборудования</i>				
21	- проходческого комбайна <i>Mitsui MRH-S200</i>	м.час	10,7	
22	- анкероустановщика «Роболт 07-3»	м.час	1,6	
23	- автобетоносмесителя « <i>Transmix-3000</i> »	м.час	3,4	<i>L_{дост}=0,5 км</i>
24	- ПДМ TORO-301D			
25	- бетононасоса « <i>CIFA</i> »			
26	- аркоустановщика <i>Utilift 2000</i>	м.час	21,7	
27	- набрызгмашина WKM-133 ф. « <i>Putzmeister</i> »	м.час	0,06	
28	Транспорт разработанного грунта	т	156	До 45,6 км
29	Работа экскаватора ($V_k=0,75\text{м}^3$)	м ³	60,1	перегруз
30	Работа на отвале разраб. грунта	м ³	60,1	

Возведение постоянной крепи

В таблице 7.4 представлен расчет объемов работ по возведению постоянной крепи на нарушенном участке (на 1 п.м.).

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						139
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7.4 – Объемы работ по возведению постоянной крепи

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Количество	Примечание
<i>Бетонирование обделки</i>				
1	Укладка и снятие рельс под опалубку и монтажные тележки (временные пути, рельсы Р-50)	м	150,0	На весь объем в 2 нитки
2	Перемонтаж рельс под опалубку и монтажные тележки (временные пути, рельсы Р-50)	м	2,0	В 1 нитку, возврат
3	Бетонирование лент под опалубку	м ³	0,69	Кл. В22,5
4	Установка трубок 32 мм для контрольного нагнетания за постоянную обделку	м/т	19,2/0,04	
5	Контрольное нагнетание за постоянную обделку	м ²	28,9	
6	Укладка бетонной стяжки 50 мм	м ³	0,5	Кл. В22,5
<i>Обслуживание машин и оборудования</i>				
7	- автобетоносмесителя «Transmix-3000»	м. час.	14,5	$L_{дост}=0,5$ км
8	- бетононасоса «СІFA»	м. час.	5,1	
<i>Перемонтаж временных коммуникаций</i>				
9	Установка врем. подвесок из арматуры 12 мм, кл. 1	т	0,0018	
10	Установка закладных деталей весом до 1 кг	кг	0,5	
11	Демонтаж и монтаж труб 108*4 мм (вода)	м	1,0	
12	Демонтаж и монтаж труб 108*4 мм (сж воздух)	м	1,0	
13	Демонтаж и монтаж труб 108*4 мм (вода)	м	1,0	
14	Демонтаж и монтаж вент труб 1500мм из стали толщиной 2мм	м ²	9,4	
15	Перенос (демонтаж и монтаж) переходных блоков вент труб 1500 мм из стали	м ²	9,4	

7.3 Порядок составления локальной сметы

Заполнение локальной сметы производится по определенной форме в следующей последовательности:

в графы 1,3,4 заносятся исходные данные – наименование объемы работ;

графы 2, 5, 6, 10 заполняются подобранными единичными расценками; перемножив объемы работ (графа 4) на единичные расценки (графы 5, 6) и на затраты труда рабочих (графа 10), заполняем графу 7 (всего прямых затрат и материальных ресурсов), графу 8 (основная заработная плата), графу 9 (эксплуатация машин) и графу 11 (затраты труда). При этом для определения нормативных затрат труда (графы 10, 11) необходимо для числителя графы 11 принимать единичную норму затрат труда по соответствующим сборникам (каталогам) ЕРЕР-84, а для знаменателя этой же графы применить к графе 7 (знаменателю) коэффициент равный для всех работ – 1,29;

по итогам суммы затрат на заработную плату выполняем начисление: от суммы сметной заработной платы (графа 8) начисляем накладные расходы, аналогично определяется и сметная прибыль;

в итоге получаем сметную стоимость строительных работ.

Локальная смета на строительство участка тектонически нарушенных пород тоннеля № 6 составлена согласно ЕРЕР-84 с применением переводного коэффициента в цены 2015г [43] и представлена в таблице 7.5.

Накладные расходы рассчитаны в соответствии с укрупненными нормативами принятыми по видам строительства (тоннели, закрытый способ) по [44]. Сметная прибыль рассчитана аналогично по [45].

					ДП - 130400.65.00.05 - 1017592ПЗ	Лист
						141
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7.5 – Локальная смета на проходку участка

Наименование стройки – тоннель № 6										
ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА На проходку и крепление участка нарушенных пород Наименование объекта – тоннель № 6 (ПК454+94,02 – ПК454+43,7) Сметная стоимость 267,391 тыс руб Сметная заработная плата 18,193 тыс руб										
Составлена в ценах 1984г.										
№ п/п	Шифр и № позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость ед., руб		Общая стоимость, руб			Затраты труда рабочих, чел.час, не занятых обслуж. машин	
				Всего	Экспл. машин	Всего	Основной зарплаты	Экспл. машин	На един.	Всего
				Основной зарплата	в т.ч. зарплата					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Раздел 1. Проходка каллоты под сводом из труб										
1	29-01-059	Прохождение комбайнами горизонтальных выработок сводчатого сечения по породе, м ³	2465,7	<u>4,65</u> 0,8	<u>2,16</u> 0,09	11465,5	1972,6	<u>5325,9</u> 221,9	<u>0,83</u> 0,12	<u>2046,5</u> 295,9
2	35-3163	Устройство бетонного основания, м ³	95,6	<u>7,27</u> 7,11	<u>0,14</u> 0,03	695,1	679,7	<u>13,4</u> 2,9	<u>3,06</u> 0,03	<u>292,5</u> 2,9
3	C141-2	Бетон тяжелый кл.В22,5, м ³	95,6	<u>47,1</u> -		4502,8				
4	35-3244	Бурение скважин в основании, м	1000	<u>3,8</u> 2,42	<u>1,31</u> 0,02	3800	2420	<u>1310</u> 20	<u>0,99</u> 0,02	<u>990</u> 20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП	5	35-2555	Установка опорных анкеров, м	1000	<u>2,08</u> 0,86	<u>0,21</u> -	2080	860	210	<u>0,39</u> -	<u>390</u> -						
						6	C119-81	Крепь анкерная, т	4	<u>341,72</u> -		1366,9										
						7	C142-14	Цементно-песчаный раствор М300, м ³	35	<u>57,91</u> -		2026,9										
						8	C141-2	Бетон тяжелый кл.В25, м ³	350	<u>47,1</u> -		16485										
						9	C141-7	Двутавр № 30, т	45,9	<u>750</u> -		34399										
						Итого прямые затраты по разделу 1				<u>руб/руб</u>		76820	5932,3	<u>6859,3</u> 244,8		<u>3719</u> 318,8						
						Раздел 2. Проходка штроссы																
						1	35-195	Прохождение комбайнами горизонтальных выработок сводчатого сечения по породе, м ³	2873,3	<u>4,65</u> 0,8	<u>2,16</u> 0,09	13360,7	2298,6	<u>6206,3</u> 258,6	<u>0,83</u> 0,12	<u>2384,8</u> 344,8						
						2	C141-2	Бетон тяжелый кл.В25, м ³	95,6	<u>47,1</u> -		4503,1										
						3	C141-2	Бетон тяжелый кл.В25 (бетон заполнения), м ³	55	<u>47,1</u> -		2590,5										
4	35-3244	Бурение скважин в основании, м	1000	<u>3,8</u> 2,42	<u>1,31</u> 0,02	3800	2420	<u>1310</u> 20	<u>0,99</u> 0,02	<u>990</u> 20												
5	35-2555	Установка сталеполимерных	400	<u>2,08</u> 0,86	<u>0,21</u> -	832	344	<u>84</u> -	<u>0,39</u> -	<u>156</u> -												
Ерго	Лист																					

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата												
					6	C119-81	анкеров, м Крепь анкерная, т	1	<u>341,72</u> -		341,72					
					7	C119-81	Крепь анкерная, т	15,85	<u>341,72</u> -		5416,2					
					8	C142-14	Цементно-песчаный раствор М300, м ³	35	<u>57,91</u> -		2026,9					
					9	35-2149	Нанесение набрызгбетона В25 толщиной 70 мм, м ²	1439,2	<u>6,62</u> 1,87	<u>0,91</u> 0,065	9527,2	2691,3	<u>1191,8</u> 93,5	<u>0,79</u> 0,05	<u>898,2</u> 72,0	
					10	35-3163	Устройство бетонного основания, м ³	206,23	<u>7,27</u> 7,11	<u>0,14</u> 0,03	1499,3	1466,3	<u>28,9</u> 6,2	<u>3,06</u> 0,03	<u>631,1</u> 6,18	
					Итого прямые затраты по разделу 2					руб/руб		43897,62	9220,2	<u>8821</u> 378,3		<u>5060,1</u> 443,0
					Раздел 3. Возведение постоянной обделки											
					1	C141-2	Бетон тяжелый кл.В25, м ³	1454	<u>47,1</u> -		68495					
					2	35-3226	Навеска вент труб, 100м	0,5	<u>510,19</u> 12,19	<u>0,15</u> 0,02	255,1	6,09	<u>0,075</u> 0,01	<u>7,74</u> 0,02	<u>3,87</u> 0,01	
3	35-3234	Снятие вент труб, 100м	0,5	<u>5,99</u> 5,88	<u>0,11</u> 0,02	3,0	2,94	<u>0,055</u> 0,01	<u>3,82</u> 0,02	<u>1,91</u> 0,01						
Итого прямые затраты по разделу 3					руб/руб		68753,1	9,03	<u>0,13</u> 0,02		<u>5,78</u> 0,02					
Прямые затраты по смете					руб/руб		189470,72	15161,53	<u>15680,43</u> 623,12		<u>8784,88</u> 761,82					
Прочие неучтенные работы, %					20		37894,1	3032,3	<u>3136,0</u> 124,6		<u>1757,0</u> 152,3					
Итого прямые затраты:							227364,82	18193,8	<u>18816,43</u> 747,72		<u>10541,88</u> 914,12					
ДП	Лист	Ерл														

Накладные расходы (% от ОЗП)	145		26381,0				
Себестоимость продукции:			253745,8				
Сметная прибыль, (% от ОЗП)	75		13645,35				
Сметная стоимость			267391,15				
Сметная стоимость в ценах 2015г (К=174,36 [43])			46622320,9,				

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

ДП

Лист
Его

7.4 Техничко-экономические показатели строительства

К технико-экономическим показателям строительства участка тектонически нарушенных пород относятся производительность комбайнового способа, сметная стоимость строительства, сметная трудоемкость, сметная заработная плата, число рабочих в проходческом звене при комбайновом способе, объем выемки.

Производительность комбайнового способа проходки можно рассчитать, исходя из порядка производства работ: $Q_{\text{комб}} = 0,65$ м/см или $Q_{\text{комб}} = 31,9$ м³/см (при проходке верхней части участка); $Q_{\text{комб}} = 0,59$ м/см или $Q_{\text{комб}} = 34,0$ м³/см (при проходке нижней части участка).

					ДП - 130400.65.00.05 - 101	Лист
						146
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан проект на строительство тоннеля № 6 трассы «Адлер-Альпика сервис» на участке тектонически нарушенных пород.

Участок тектонически нарушенных пород пересекается тоннелем недалеко от северного портала тоннеля и состоит из суглинка твердого, полутвердого с включением дресвы и щебня до 20-30%, и глыб до 15%. Условия для строительства на данном участке весьма неблагоприятные.

В результате анализа отечественного и зарубежного опыта строительства в похожих горно-геологических условиях принятая следующая технология сооружения тоннеля на данном участке:

- предварительное закрепление грунтов путем бурения скважин в своде и бортах тоннеля, вставкой перфорированных труб внутрь скважин и нагнетанием цементного раствора;

- проходка каллоты и штроссы тоннеля под защитой «экрана из труб» и временного крепления.

Во втором разделе обосновано строительство тоннеля с применением проходческих комбайнов избирательного действия, приведен детальный порядок производства работ.

Помимо основного временного крепления (металлические арки, с заполнением промежутков бетоном), дополнительно на участке возводим рамы усиления. Штроссу разрабатываем в два уступа. Перед возведением постоянной обделки демонтируем рамы усиления.

При проектировании вентиляции участка во время его проходки рассчитан необходимый для проветривания объем воздуха. В целом вентиляция участка осуществляется за счет комбинированной схемы проветривания.

					ДП - 130400.65.00.05 - 101	Лист
						147
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В целях обеспечения безопасности при строительстве участка произведен анализ опасных производственных факторов, на основании которого разработаны мероприятия по технике безопасности, приведен план ликвидации аварии по двум позициям.

Экономическая часть заключается в составлении локальной сметы на проходку и крепление тектонически нарушенного участка тоннеля № 6.

					ДП - 130400.65.00.05 - 101	Лист
						148
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Несмеянов С.А., Неоструктурное районирование Северо-Западного Кавказа, М., Недра, 1992.
2. Строительство совмещенной дороги «Адлер – нижняя станция горнолыжного курорта «Роза-Хутор» с электроснабжением линии железнодорожного сообщения». Раздел «Тоннели». Тоннель № 6. Инженерно-геологические изыскания. Технический отчет. ОАО «ЛМГТ». С.-Петербург, 2009.
3. Ананьин И.В., Сейсмичность Северного Кавказа, М., Наука, 1997.
4. Дьяконов А.И., Корнеев В.И. – тектоническая карта Краснодарского края масштаба 1:200000. ГФ СК ПГО, 1973.
5. СНиП 2.01.15-90, Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов.
6. Гордеева Н.Л., «Сводный отчет за 1986-90 гг. Результаты стационарного изучения экзогенных геологических процессов на Азово-Черноморском побережье Краснодарского края». Фонды СК ГЭЦ, г. Сочи, 1992.
7. СП 11-105-97, Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 2. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. Госстрой России. Москва
8. Измайлов Я.А. «Отчет о результатах регионального обследования экзогенных геологических процессов на территории Краснодарского края, фонды ГУП «Кубаньгеология» Краснодар.
9. Пруцкий Н.И., Лаврищев В.А., Геологическая карта Кавказа масштаба 1:50 000, листы К-37-9-В, К-37-9-Г, К-37-21-Б, К-37-21-А. Фонды ГУП «Кубаньгеология», 1986.

					ДП - 130400.65.00.05 - 101	Лист
						149
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Лизогубова Р.Н., «Оценка современных гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических условий района федерального курорта «красная поляна», 2005.
11. СП 33-101-2003, Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Госстройиздат. М. 2003 г
12. ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. Минстрой России. Москва.
13. ГОСТ 20522-96, Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Минстрой России. Москва.
14. ГОСТ 25100-95, Грунты. Классификация. Минстрой России. Москва.
15. ГОСТ 30416-96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. Минстрой России. Москва.
16. ГОСТ 5180-84, Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. Госстрой СССР. Москва.
17. СНиП 23-01-99 Строительная климатология. Минстрой России. Москва.
18. СНиП II-7-81*, Строительство в сейсмических районах. Госстрой СССР. М, 2000.
19. Постановление Госстроя России от 27.12.1999 № 91, О принятии изменения к СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах».
20. СНиП 2.03.11-85, Защита строительных конструкций от коррозии. Государственный комитет СССР по делам строительства. Госстрой СССР. Москва.
21. ГЭСН-2001-29, т.1.
22. ПБ 03-428-02 «Правила безопасности при строительстве подземных сооружений». Госгортехнадзор России, Москва 2002.
23. СНиП 12-03-99 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования». Госстрой России, Москва, 1999.

					ДП - 130400.65.00.05 - 101	Лист
						150
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

24. СНиП III-4-80* «Техника безопасности в строительстве». Госстрой России, Москва, 1999.
25. СН 2.2.4.562-96. Физические факторы производственной среды. Госкомсанэпиднадзора РФ, 1996.
26. БЖД. Охрана труда, А.В.Фролов, Т.Н.Бакаева, Р-на-Д:Феникс,2005 г.
27. ГОСТ 12.1.030-81 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление, Москва, 9181.
28. ГОСТ Р 50703-2002 Комбайны проходческие со стреловидным исполнительным органом. Общие технические требования и методы испытаний
29. ГОСТ 12.1.003-83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
30. ГОСТ Р 12.4.213-99. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Противошумы. Упрощенный метод измерения акустической эффективности противошумных наушников для оценки качества
31. ГОСТ 12.2.106-85. Система стандартов безопасности труда. Машины и механизмы, применяемые при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых. Общие гигиенические требования и методы оценки
32. ГОСТ 12.1.005. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
33. СНиП 23-05-95. «Электроосвещение тоннеля», М., Стройиздат, 1996 г.
34. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
35. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.
36. Шахтное и подземное строительство: Учеб. для вузов -3-еизд, переработки доп.: В 2 т. / Б.А. Картозия, Б.И. Федунец, М.Н. Шуплик и

					ДП - 130400.65.00.05 - 101	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		151

др.-м.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003.-Т.1.-732 с.: ил.

37. ГОСТ 539-80. Трубы и муфты асбестоцементные напорные. Технические условия.
38. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные.
39. Зарубежная горная техника для подземных горных работ: Справочное пособие / Норильский индустр. ин-т. – Норильск, 2001. – 81 с.
40. ВСН 132-92 Правила производства и приемки работ по нагнетанию растворов за тоннельную обделку. ПКТИТрансстрой № 1993. – 2008.
41. ВСН 48-93 Правила возведения монолитных бетонных и железобетонных обделок для транспортных тоннелей. Трансстрой, Москва, 1994.
42. ВСН 150-93 Указания по повышению морозостойкости бетона транспортных сооружений. Трансстрой, Москва, 1993.
43. Письмо Координационного центра по ценообразованию и сметному нормированию в строительстве от 11 сентября 2015 г. № КЦ/2015-09ти “Об индексах изменения сметной стоимости строительства по Федеральным округам и регионам Российской Федерации на сентябрь 2015 года”.
44. МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. Госстрой России, 2004.
45. МДС 81-25.2001 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. Госстрой России, 2001.

					ДП - 130400.65.00.05 - 101	Лист
						152
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		