



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 Геологическая часть.....	9
1.1 Географо-экономическая характеристика района.....	9
1.2 Геологическое строение.....	13
1.3 Горно-геологические условия эксплуатации месторождения «Купол».....	22
2 Горная часть.....	25
2.1 Назначение проектируемых выработок.....	25
2.2 Строительство вентиляционного уклона.....	28
2.3 Строительство транспортного уклона.....	52
3 Вентиляция.....	68
3.1 Расчет вентиляции для вентиляционного уклона.....	68
3.2 Расчет вентиляции для транспортного уклона.....	73
4 Подземный транспорт.....	75
4.1 Расчет подземного транспорта для вентиляционного уклона.....	75
4.2 Расчет подземного транспорта для транспортного уклона.....	82
4.3 Водоотлив.....	84
4.4 Компрессорное хозяйство.....	84
5 Электроснабжение.....	88
6 Безопасность жизнедеятельности.....	95
6.1 Промышленная безопасность.....	95
6.2 Охрана окружающей среды.....	106
7 Оценка сложностей горно-геологических условий строительства выработки.....	117
7.1 Сущность термина "сложность".....	117
7.2 Классификация горно-геологических условий при строительстве горных выработок.....	119
7.3 Факторы, усложняющие строительство вентиляционного уклона NU-NE 922-931 участка «Северный».....	122
7.4 Анализ существующих методик оценки сложности горно-геологических условий при строительстве и разработке месторождений.....	128
7.5 Оценка сложности горно-геологических условий строительства выработок в условиях рудника "Купол".....	133

8	Экономическая часть .....	138
8.1	Расчет смет на строительство вентиляционного и транспортного уклонов. ....	138
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	142
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	146
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б Строительство вентиляционного уклона .....	147
	ПРИЛОЖЕНИЕ В Строительство вентиляционного уклона.....	148
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г Строительство транспортного уклона.....	149
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д Строительство транспортного уклона .....	150
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е Оценка сложностей горно-геологических условий .....	151
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Техничко-экономические показатели транспортного и вентиляционного уклона .....	152
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Расчет сложности по температуре наружного воздуха.....	153

## ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект посвящен проектированию технологических процессов при сооружении горно-капитальных выработок рудника Купол. Данное горное предприятие разрабатывает одноименное месторождение золото-серебряных руд.

Стабильно высокие мировые цены на золото, необходимость наращивания золотого запаса со стороны государства диктуют целесообразность разработки новых и реконструкции существующих «золотых» проектов. Но и здесь присутствует скрытая конкуренция, вытекающая из величины прибыли на 1 тонну балансовых запасов. Чем ниже производственные затраты, тем выше окупаемость проекта. В связи с этим, жизненно важно становится принятие эффективных проектных решений, как на стадии добычи, так и подготовки.

Так же больше значение при реализации горных проектов имеет фактор времени. Принятые проектные решения должны обеспечивать быстрый доступ к рудным телам при этом, не снизив безопасность труда рабочих. Все это обеспечивает проходка «тяжелых» горных выработок, какими являются вентиляционный и транспортный уклоны, которые необходимы для разработки рудных тел участка «Северный»

Сложность горно-геологических условий многими авторами состоит в частности из сложности геокриологических условий. В них входят льдистость, температура, мощность мерзлоты и т.д. Все это актуально при сооружении проектируемых выработок. Для учета этих условий при выработке проектных решений необходим «механизм» оценки сложности горно-геологических параметров. Вопросам применения подобного «механизма» к конкретным условиям строительства проектируемых выработок посвящена моя специальная часть.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# 1 Геологическая часть

## 1.1 Географо-экономическая характеристика района

Месторождение Купол расположено на территории Анадырского района Чукотского автономного округа.

*Рельеф* района представляет собой расчлененное низкогорье с абсолютными отметками 600–800 м и относительными превышениями 150–200 м. Крутизна склонов водоразделов 10–30°, редко более 30°. Ориентировка водоразделов преимущественно субмеридиональная. Район месторождения располагается в зоне многолетней мерзлоты, глубина которой достигает 150 м в долинах рек и 400 м под водоразделами. Сплошность зоны многолетнемерзлых пород нарушается отдельными сквозными таликовыми зонами. Средняя глубина сезонного (с июня по август) оттаивания грунтов на ненарушенных участках составляет 0,2–1,5 м.

*Климат* района резко континентальный субарктический, что обуславливается его положением севернее Полярного круга. Он характеризуется продолжительной (7 – 8 мес.) зимой и коротким летом. Среднегодовая температура воздуха -13,5°C. С декабря по февраль среднемесячная температура воздуха -30°C (минимальная -65°C). В декабре – марте характерны полярные сияния, сопровождающиеся магнитными бурями. Во время полярных сияний затрудняется работа магнитных приборов и радиотехнических средств. Зимой при сильных ветрах часты пурги. Обычная продолжительность пурги 1 сутки (редко до 3 – 5 суток).

*Водотоки* принадлежат к бассейну р. Мечкеревы, правому притоку р. Анадырь. Наиболее крупным водотоком является р. Средний Кайемравей – левый приток р. Мечкерева. Реки имеют широкие асимметричные долины корытообразной формы. Ширина русел достигает 20–30 м, глубина – 1,5 м. Гидрологический режим водотоков обычен для субарктических низкогорных областей и характеризуется крайней непостоянностью: бурные паводки

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

весной и летом сменяются резкими понижениями уровня воды осенью и в засушливое время. Течение рек быстрое (до 1,7 м/с), величины продольного уклона варьируются от 1 – 2 до 60 м на 1 км долин. Реки замерзают в начале октября, вскрываются в начале июня. Все водотоки на площади месторождения зимой промерзают до дна. Весеннее половодье короткое (8–12 дней), бурное. Уровень воды поднимается на 1,5–2,5 м, скорость течения возрастает до 3 м/с. В это время года разлившиеся реки труднопреодолимы. В плане рисунок гидросети перистый, ветвистый. В поймах рек отмечаются болота.

*Растительность* района бедна и типична для зоны гипоарктических тундр. Она представлена лишайниками, мхами, карликовой березой. Строительный лес отсутствует.

*Животный* мир сравнительно богат. Здесь обитают северные олени, бурые медведи, волки, лисы, россомахи, зайцы; реки и озера изобилуют рыбой.

Постоянное *население* в районе месторождения отсутствует. Основной кадровой базой являются города Билибино и Певек, где имеется большое количество незанятого трудоспособного населения. Так же осуществляется доставка квалифицированного персонала авиатранспортом из г. Магадана, Анадыря, других городов России и ближнего зарубежья.

Экономически район месторождения освоен слабо. Круглогодично функционирующие *дороги*, связывающие месторождение Купол с административным центром Чукотского автономного округа г. Анадырем и районным центром г. Билибино, отсутствуют. С начала декабря по конец апреля действует автозимник от г. Билибино. Расстояние по автозимнику составляет 298 км, из них 168 км до поселка Илirianей, далее 130 км до месторождения. Входная база горнодобывающего предприятия Купол - г. Певек. Доставка грузов в морской порт г. Певека осуществляется морским транспортом в летнюю навигацию. До участка работ грузоперевозки

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

выполняются в зимний период автомобилями повышенной проходимости по зимнику протяженностью 430 км. В летнее время наземное сообщение с месторождением возможно только с использованием гусеничного транспорта.

На руднике Купол построен и введен в эксплуатацию аэропорт, позволяющий принимать самолеты типов Ан-24, Ан-26, Ан-74, Ан-12 и другие. Доставка грузов и персонала производится напрямую чартерными рейсами, из аэропортов г.г. Магадана, Анадыря, Кеппервеема и Певека (рис.1.1).

*Энергетический центр* региона – Билибинская АЭС функционирует с 1974 г. Вдоль автозимника Зеленый Мыс – Билибино – Певек проложена ЛЭП. Производственные мощности энергетических объектов региона используются лишь на 20–30 процентов. Местные топливные ресурсы отсутствуют.

*Связь* участка работ с базой в г. Магадане осуществляется по системам спутниковых коммуникаций.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Изм.	
Лист	
№ док.	
Подпись	
Дата	

ДП - 130400.65-2017 121100605

Лист

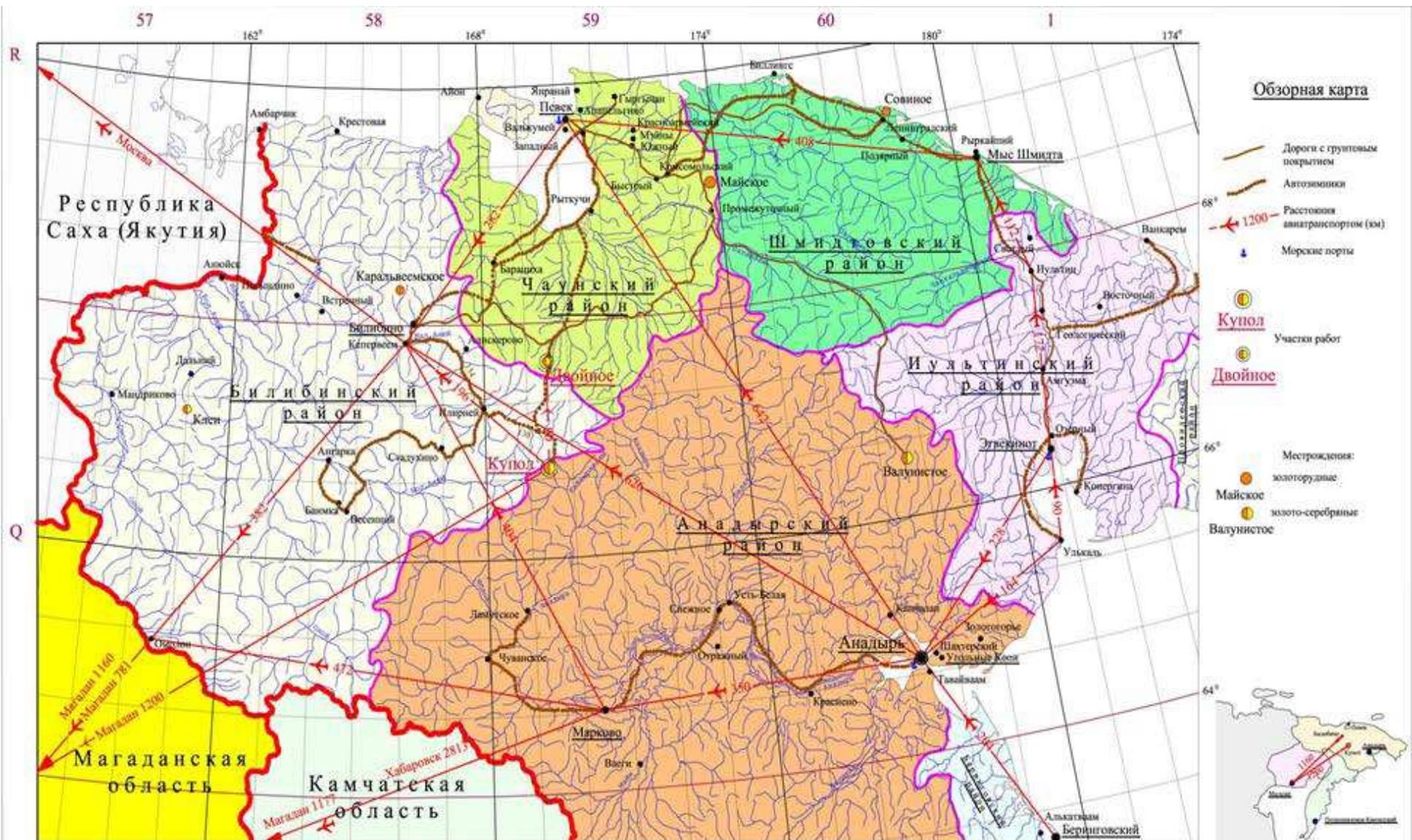


Рисунок 1.1 – Обзорная карта района

## 1.2 Геологическое строение

Геологическая характеристика района работ дана по материалам ЗАО «Чукотская горно-геологическая компания» и «Схематической геологической карте золото-серебряного месторождения Купол» масштаба 1:500 (Приложение А) [3].

### 1.2.1 Стратиграфия

Стратифицированные образования на площади рудного поля представлены вулканитами средней и верхней толщ верхнего мела, покровами предположительно палеогеновых базальтов, а также рыхлыми четвертичными отложениями различных генетических типов.

Меловая система

Верхний отдел

*Средняя толща ( $K_2^2$ )* обнажена на всей площади рудного поля и вскрыта всеми скважинами и горными выработками. Она сложена среднепорфировыми андезитами, андези-базальтами, их туфами с прослоями туфопесчаников и туфоконгломератов. Подошва толщи в пределах месторождения не вскрыта. Толща, как правило, имеет четкое двучленное строение с преобладанием грубообломочных туфов в нижней, и лав в верхней частях разреза.

Сводный разрез средней толщи верхнего мела в пределах рудного поля, составленный по керну скважин, выглядит следующим образом (снизу вверх, мощности в м):

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Таблица 1.1- Мощность верхнего мела

1. Туфы андезитов псаммитовые	более 10
2. Андезиты зеленовато-серые с прослоями туффитов	30-90
3. Туфы андезитов агломератовые с прослоями псаммитовых туфов и туффитов	20-50
4. Андезиты зеленовато-серые с прослоями псаммитовых туфов	30-165
5. Чередующиеся пласты туфов андезитов и андезибазальтов псефитовых и псаммитовых с прослоями туффитов	5-15
6. Андезибазальты темно-коричнево-серые	30-55
7. Туфы андезитов псефитовые	более 30
Общая мощность 280 - 450 м	

*Верхняя толща ( $K_2^3$ )* представлена лавами флюидальных афировых риолитов желтовато-светло-серой окраски и их туфами, с явным преобладанием последних. Мощность толщи не превышает 50 м.

Палеогеновая система

*Палеогеновые* базальты слагают субгоризонтальные покровы, сохранившиеся в виде отдельных изолированных эрозионных останцов площадью 0,01–0,05 км<sup>2</sup> в северо-восточной части рудного поля. Они несогласно перекрывают подстилающие породы средней и верхней толщ верхнего мела и представлены темно-серыми, до черных, массивными оливиновыми и пироксеновыми базальтами. Мощность базальтовых покровов не превышает 10–15 м.

Четвертичная система

*Современное звено ( $Q_v$ )* представлено аллювием водотоков, делювиально-солифлюкционными, пролювиальными и элювиальными образованиями. Рыхлые *четвертичные отложения* широко распространены на площади месторождения, слагая днища речных долин, ледниковые формы рельефа и склоновые шлейфы.

### 1.2.2 Магматизм

Интрузивные образования на рассматриваемой площади принадлежат к субвулканической фации и представлены телами, дайками риолитов и брекчии. Они играют важную роль в локализации и структурном контроле оруденения.

К *позднемеловым субвулканическим образованиям* ( $\lambda K_2$ ) отнесены тела риолитов, многочисленные дайки, которые на месторождении пространственно ассоциируют с рудоносными образованиями. Протяженность даек в плане от 0,1 до 1,0 км, мощности варьируют в широких пределах от 0,1 до 20 м, по падению прослежены более чем на 300 м. Простираение их, в основном, субмеридиональное, реже север-северо-восточное; падение в большинстве случаев восточное, под углами 70 - 90°.

Тела риолитов имеют изометричную в плане форму и вытянуты в меридиональном направлении, площади выходов составляют 0,1 – 0,3 км<sup>2</sup>.

Брекчии сложены обломками гидротермально-измененных андезитов, их туфов, риолитов угловатой и полуокатанной формы, диаметром от первых сантиметров до 0,5 м в базальном и поровом матриксе, сложенным кислым вулканическим стеклом. Брекчии имеют, по всей видимости, эруптивную природу и образуют невыдержанные по простиранию тела, близкие к изометричным очертаниям, подобные толстым линзам, либо трубкам, диаметром 0,5–5 м. Вблизи рудных тел они насыщены обломками жильного кварца и иногда несут повышенные содержания золота и серебра.

На эндоконтактах даек и тел часто встречаются линзы черных обсидианов. В подавляющем большинстве случаев контакты даек сорваны, с зонами катаклаза мощностью от 0,1 до 5 м. Риолиты в большинстве случаев слабо аргиллизированы, что выражается в присутствии незначительных количеств каолина и гидрослюд.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

### 1.2.3 Тектоника

Пространственное положение Купольского рудного поля контролируется зоной сочленения Средне-Кайемравеемского регионального разлома с дуговыми разрывами, оконтуривающими Коваленковскую кальдеру. Зона сочленения дополнительно осложнена Имравеемским разломом северо-восточного направления (рис 1.2). Сочетание и взаимодействие этих структур обусловило развитие интенсивной приразломной трещиноватости, которая является вмещающей средой для золото-серебряного оруденения.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

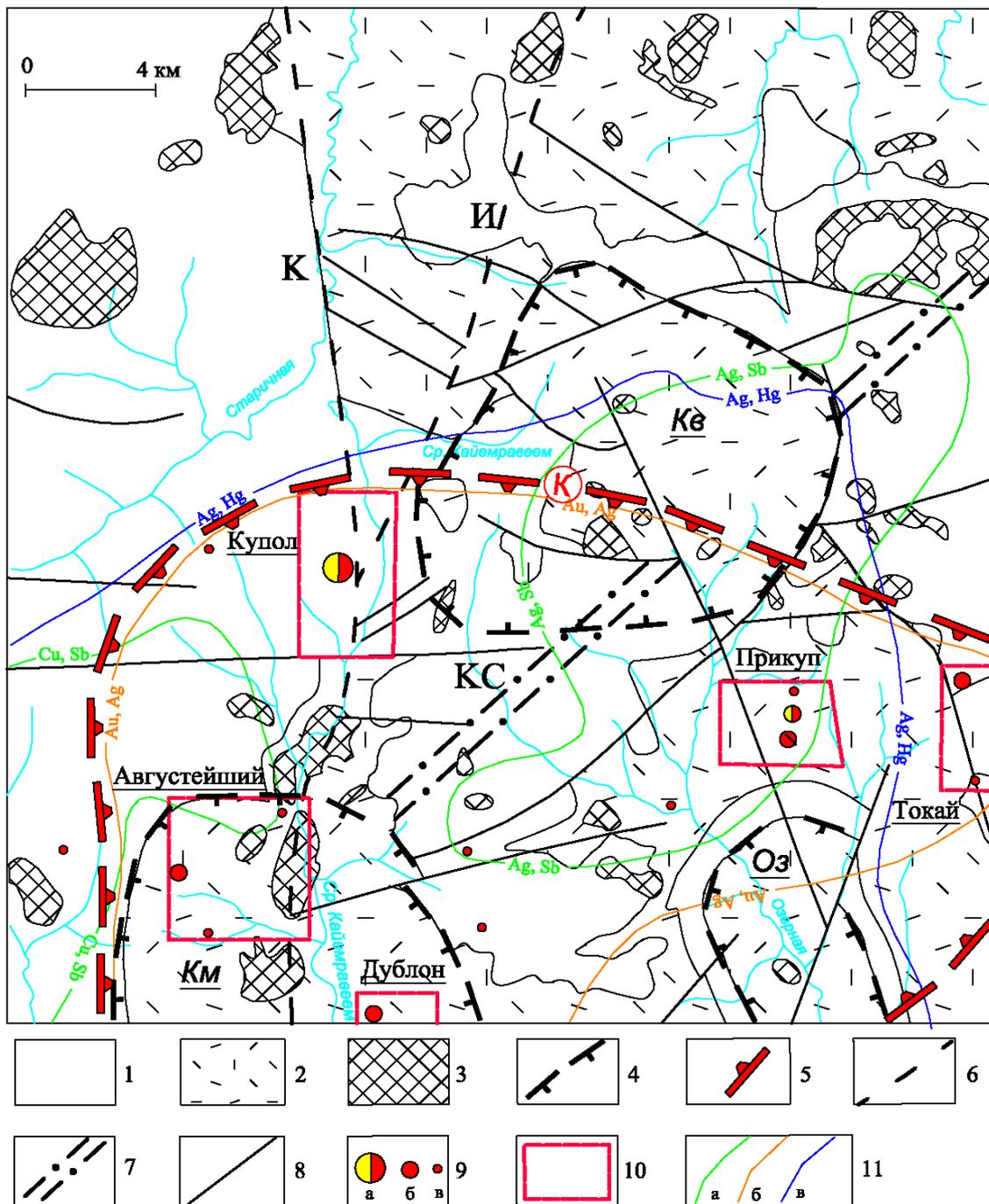


Рисунок 1.2 – Структурно–металлогеническая схема Купольского рудного узла

1 – лавы и туфы андезитов и андезибазальтов средней толщи верхнего мела; 2 – игнимбриты, туфы и лавы риолитов верхней толщ верхнего мела; 3 – интрузивные и субвулканические тела различного состава; 4 – границы палеокальдер (*Кв* – Коваленковской, *Оз* – Озернинской, *Км* – Кайемравеемской); 5 – контур Купольского рудного узла (*К*); 6 – осевые зоны региональных глубинных разломов (*К* – Средне–Кайемравеемского, *И* – Имравеемского); 7 – осевая зона Крестовско–Саламихинского трансрегионального глубинного разлома (*КС*); 8 – прочие разрывные нарушения; 9 – месторождения (а), рудопроявления (б) и пункты минерализации (в) золота и серебра; 10 – контуры перспективных участков; 10 – гидрохимические ореолы (а), вторичные ореолы рассеяния (б), шлиховые ореолы (в)

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

#### 1.2.4 Гидротермально-метасоматические образования

Практически все породы в пределах рудного поля, за исключением базальтов, затронуты гидротермально-метасоматическими изменениями. Выделяются дорудная низко- и среднетемпературная пропилитизация хлорит-эпидотовой ступени, линейные ореолы синрудного гидрослюдисто-пирит-кварцевого метасоматоза, пострудная аргиллизация с новообразованиями гидрослюд и каолинита. Среди прожилково-жильных гидротермальных образований выделяются малосульфидные жилы и прожилки выполнения кварцевого и адуляр-кварцевого состава, карбонатные маломощные жилы (до 0,2 м) и прожилки, гипс-ангидритовые маломощные жилы (до 0,2 м) и прожилки. Прожилково-жильные гидротермальные и метасоматические образования сгруппированы в единую зону субмеридионального простирания протяженностью более 3500 м и шириной в плане от первых метров до 100 м.

Вмещающие андезиты, адези-базальты, их туфы интенсивно гидротермально изменены вблизи рудных тел. Околорудные метасоматиты образуют полосу субмеридионального простирания, охватывающую всю рудовмещающую структуру. Ширина ореола метасоматических изменений колеблется от первых метров до 50-100 м.

#### 1.2.5 Рудные тела

Для месторождения Купол характерны следующие основные особенности структурного строения:

- центральная часть месторождения представлена одной, сложно построенной кварцевой жилой (с редкими апофизами) субмеридионального простирания;
- в южной части месторождения происходит расщепление жильной системы на отдельные кварцево-жильные тела;
- по системе разломов северо-западного простирания северная часть месторождения опущена вниз, здесь рудные и потенциально рудные тела не

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

выходят на дневную поверхность и уровень эрозионного среза здесь надрудный;

- практически на всем своем протяжении рудовмещающая зона осложнена пострудной свитой даек риолитов субмеридионального простирания.

Основным продуктивным типом на золото и серебро на месторождении Купол являются малосульфидные жилы и прожилки выполнения кварцевого и адуляр-кварцевого состава, поэтому морфология рудных тел определяется характером кварцево-жильных тел. Обычно это жилы протяженностью 50 - 2700 м, мощностью от первых десятков сантиметров до 5,0 - 7,0 м (в раздувах – до 20,7 м). Жилы сопровождаются метасоматическими изменениями вмещающих пород и зонами прожилкования.

Большинство рудных тел на месторождении сконцентрировано в пределах единой крутопадающей (75–90°) на восток прожилково-жильной зоны, протяженностью по простиранию более 4500 м и по падению - более 700 м.

В горных выработках установлены пережимы и раздувы рудных тел, характерны так же изгибы, ветвления и выклинивания. Кроме этого, рудные тела разбиты на отдельные блоки пострудными дайками риолитов. В целом морфологию рудных тел можно охарактеризовать как сложную.

Рудное поле месторождения прорвано серией пострудных даек риолитового состава и более поздних базальтов.

### **1.2.6 Характеристика рудных тел участка «Северный»**

В пределах рудной зоны месторождения «Купол» выделены шесть участков (Южный бис, Южный, Флексурный, Центральный, Северный, Северный бис). Данные участки характеризуются индивидуальными особенностями структуры, условиями залегания и морфологией рудных тел.

Рудные тела участка «Северный» (в интервале профилей №91650 – 92830) являются структурным продолжением основной рудной зоны

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

месторождения Купол на север. На участке увеличивается количество апофиз, отходящих от основного рудного тела, появляются новые рудные тела, происходит расщепление основного рудного тела по типу «конского хвоста». Особенностью рудного поля участка «Северный» является отсутствие пострудных даек риолитового состава, которые играют существенную роль в других частях месторождения (рис. 1.2).

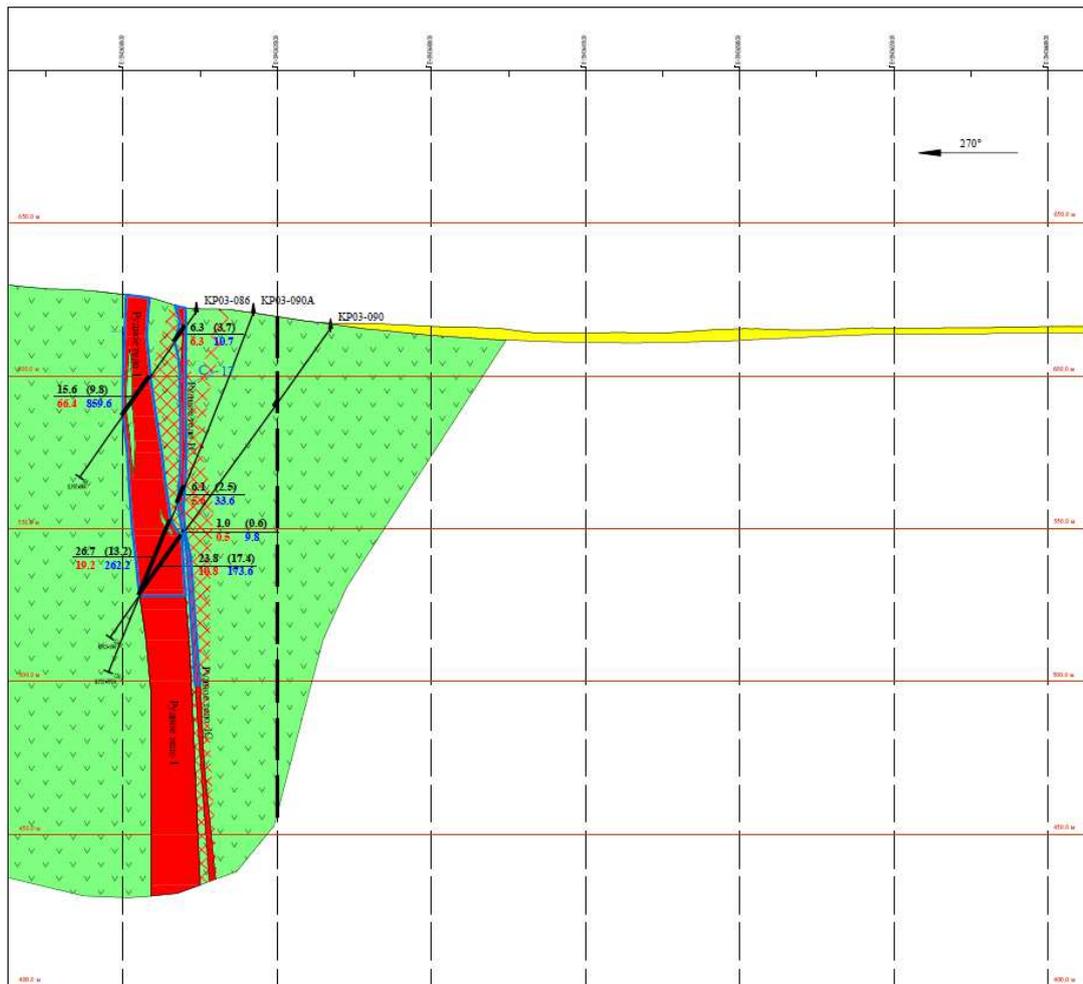


Рисунок 1.3 – Геологический разрез по профилю №2950N. Участок «Северный»

Рудная зона здесь погружается к северу и является «слепой», не выходящей на поверхность. Выше горизонта 450 м рудная зона выражена надрудным ореолом интенсивного метасоматоза мощностью 20 – 30 м. Южный фланг участка опущен вниз по пострудному разлому северо-западного простирания. Рудовмещающая структура имеет

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

20

субмеридиональное, с незначительными подворотами на северо-восток, простираение.

Рудные тела участка «Северный» представляют собой жильно-прожилковые зоны адуляр-кварцевого, адуляр-сульфидно-кварцевого состава с массивными, коломорфно-полосчатыми, крустификационными, брекчиевыми текстурами. Мощность рудных тел невыдержанная, преимущественно менее 3 м, отмечаются раздувы и пережимы, разветвления и апофизы. При отработке таких рудных тел планируется применение малогабаритной техники в соответствии с принятым в рабочей документации решением о перевооружении рудника .

Руды описываемого участка, так же как и основные рудные тела месторождения Купол, относятся к сульфосолевому минеральному типу золотосеребряной формации. Основными жильными минералами являются кварц, халцедон, адуляр, гидрослюды; рудными – арсенопирит, марказит, пирит, пираргирит, полибазит и др. Продуктивная минерализация представлена пираргиритом, пруститом, серебросодержащими блеклыми рудами, самородным золотом (электрум). Содержания золота в рудах по данным бороздового и кернового опробования варьирует от 0,01 до 100,0 г/т (редко до 2622,1 г/т), среднее по месторождению – 23,2 г/т; серебра от 0,5-10,0 до 500 г/т (редко до 32417,3 г/т), средне по месторождению 288,8 г/т.

Для рудных тел участка «Северный» характерно достаточно сложное распределение полезных компонентов по мощности. Доля горных выработок (сечений), в которых не наблюдались некондиционные прослои составляет 41%. В остальных случаях (59%) в контурах жил содержание некондиционных (менее 3 г/т условного золота) прослоев может составлять 10-30%. В среднем по рудным телам некондиционные прослои и участки жил составляют до 27.5% от общего объема жильной массы. В местах раздувов рудное тело имеет сложное строение. Как правило, оно представлено

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

чередованием сближенных жил, нередко с ксенолитами вмещающих пород, насыщенных кварцевыми и сульфидно-кварцевыми прожилками.

### **1.3 Горно-геологические условия эксплуатации месторождения «Купол»**

*Горно-геологические условия* включают в себя характеристики, определяющие выбор способов (систем) разработки месторождений и влияющие на экономические показатели работы добывающего предприятия.

#### **1.3.1 Мерзлотно-гидрогеологические условия**

*Гидрогеологические условия* - совокупность признаков, характеризующих литологический состав и водные свойства горных пород, условия залегания, движения, качество и количество подземных вод, особенности их режима в природной обстановке и под влиянием искусственных факторов.

По *мерзлотному* районированию территория месторождения Купол относится к третьей-четвёртой температурной зоне. Рудные тела залегают в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. Положение нижней границы мерзлой толщи изменяется от 100 м под руслом реки Средний Кайемравеем, до 500-800 м и, возможно более, в зависимости от геоморфологического уровня, достигая максимальных значений под водоразделами. Глубина сезонного протаивания пород варьируется от 0,2-1,5 м в речных долинах, до 2,4 м на водоразделах, сложенных скальными породами. Граница яруса годовых теплооборотов не опускается ниже 10-13 м от дневной поверхности. Температура горных пород в подошве яруса  $-7,0^{\circ}\text{C}$ .

*Льдистость* в рыхлых отложениях очень высока, от 0,05 до 0,9, переходя в чистый лёд, в скальных массивах – 0,05 и менее. Криотекстура в галечниках и вулканогенных породах массивная, реже гнездовая; в элювиальных отложениях и покровных суглинках – слоистая, слоисто-сетчатая, шлировая; в коллювиальных и щебне-покровных фациях –

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

базальная. Грунтово-ледяные и ледяные жилы проникают на глубину до 5 м от дневной поверхности. При удалении почвенно-растительного покрова с тонкодисперсных отложений возможна активизация термокарстовых процессов и образование оврагов, в результате действия термо-эрозии. Морозное пучение невелико из-за малой мощности сезонно-талого слоя.

В пределах мерзлой толщи комплекса имеют широкое распространение *криогенные пучения*, деформации в стенках выработок, сдвиги, обрушения кровли, вывалы и куполения. Водоприитоки отсутствуют. Ниже криогенной толщи в комплексе рудовмещающих пород возможны незначительные водоприитоки за счет напорных подмерзлотных вод с дебетом до 3 - 4 м<sup>3</sup>/ч.

### 1.3.2 Физико-механические свойства горных пород

Инженерно-геологические особенности территории обусловлены ее расположением в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород. В пределах месторождения выделяются два инженерно-геологических района: район водоразделов и их склонов.

В коренной основе месторождения, под рыхлыми отложениями, залегает инженерно-геологический комплекс состоящий из двух групп скальных рудовмещающих пород - эффузивных и субвулканических.

Эффузивная группа (андезиты, базальты и их туфы) пород имеет мощность около 1300 м, пористость от 2,70 до 2,11%, влажность от 0,41 до 0,49%. Породы крепкие, устойчивые (коэффициент крепости по М. М. Протоdjаконову – XII - XVIII).

Инженерно - геологическая группа субвулканических пород (дайки, интрузивные тела) верхнемелового возраста варьирует по мощности от нескольких сантиметров до 100 м. Эти породы имеют плотность – 2,36 г/см<sup>2</sup>, влажность – 0,53%, водопоглощение – 1,71% и пористость 5,832%.

Для магматических образований характерно повышение плотности от кислых разностей, до более основных. Так, плотность риолитов 2,36 г/см<sup>3</sup>, андезитов 2,58 г/см<sup>3</sup>, андезибазальтов 2,64 г/см<sup>3</sup>. Плотность туфов андезитов

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

и андезибазальтов 2,50 – 2,57 г/см<sup>3</sup>. Гидротермально - измененные эффузивы характеризуются несколько пониженными значениями плотности по сравнению с неизмененными породами - лавы 2,58 г/см<sup>3</sup>, туфы 2,46 г/см<sup>3</sup>.

Комплекс рудовмещающих пород коренной основы характеризуется довольно большой трещиноватостью. Модуль трещиноватости достигает 6-10 трещин на 1 м, расстояния между трещинами 0,1 - 0,65 м. К этой группе отнесены породы вблизи зон интенсивного смятия и дробления. Породы за контуром рудовмещающей структуры слабо трещиноваты, модель трещиноватости не превышает 1-2. Характеристика горных пород представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 Характеристика горных пород

Название пород	Физико-механические свойства горных пород			
	Пористость	Влажность	Плотность	Водопоглощение
Андезиты	2,7	0,41	-	-
Базальты и их туфы	2,11	0,49	-	-
Дайки, интрузивные тела	5,8	0,53	2,36	1,71
Риолиты	-	-	2,36	-
Андезиты	-	-	2,58	-
Андезибазальты	-	-	2,64	-
Туфы андезитов и андезибазальтов	-	-	2,50-2,57	-
Лавы	-	-	2,58	-
Туфы	-	-	2,64	-

### Вывод

Горно-геологические условия по месторождению благоприятные для строительства выработки.

## 2 Горная часть

### 2.1 Назначение проектируемых выработок

Согласно техническим решениям, заложенным в Проектной документации [3], все эксплуатационные участки месторождения Купол отрабатываются единым шахтным полем и имеют единую вентиляционную схему.

Вскрытие шахтного поля месторождения Купол произведено двумя уклонами:

- транспортный уклон, пройденный с портала «Северный»
- транспортный уклон, пройденный с портала «Южный».

Доступ к рудным телам участка «Северный» осуществляется по транспортному уклону, пройденному с портала «Северный», на котором расположена вся необходимая производственная для производства подземных горных работ инфраструктура.

Участок «Северный», для удобства, условно разделён на три участка работ (зоны):

1. Участок «Северный Центральный» – зона NZ,
2. Участок «Северный Верхний» – зона NU,
3. Участок «Северный Бис» – зона NE.

Для обеспечения подготовленности балансовых запасов зоны NE к отработке необходимо построить вскрывающие выработки:

- Транспортного уклона NE – в качестве основной транспортной выработки зоны NE;
- Вентиляционного уклона NU-NE – в качестве основной воздухоподающей выработки зоны NE, которая так же будет использоваться и в качестве запасного выхода.

Схема вскрытия участка «Северный» представлена на рис. 2.1

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Вентиляционный уклон NU-NE располагаем в лежачем боку рудной зоны участка «Северный», протяженность выработки составит 1000 м с 15% уклоном к северу.

Транспортный уклон NE 170-120 располагаем в лежачем боку рудной зоны участка «Северный», протяженность выработки составит 1000 м с 15% уклоном к северу.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65-2017 121100605

Лист

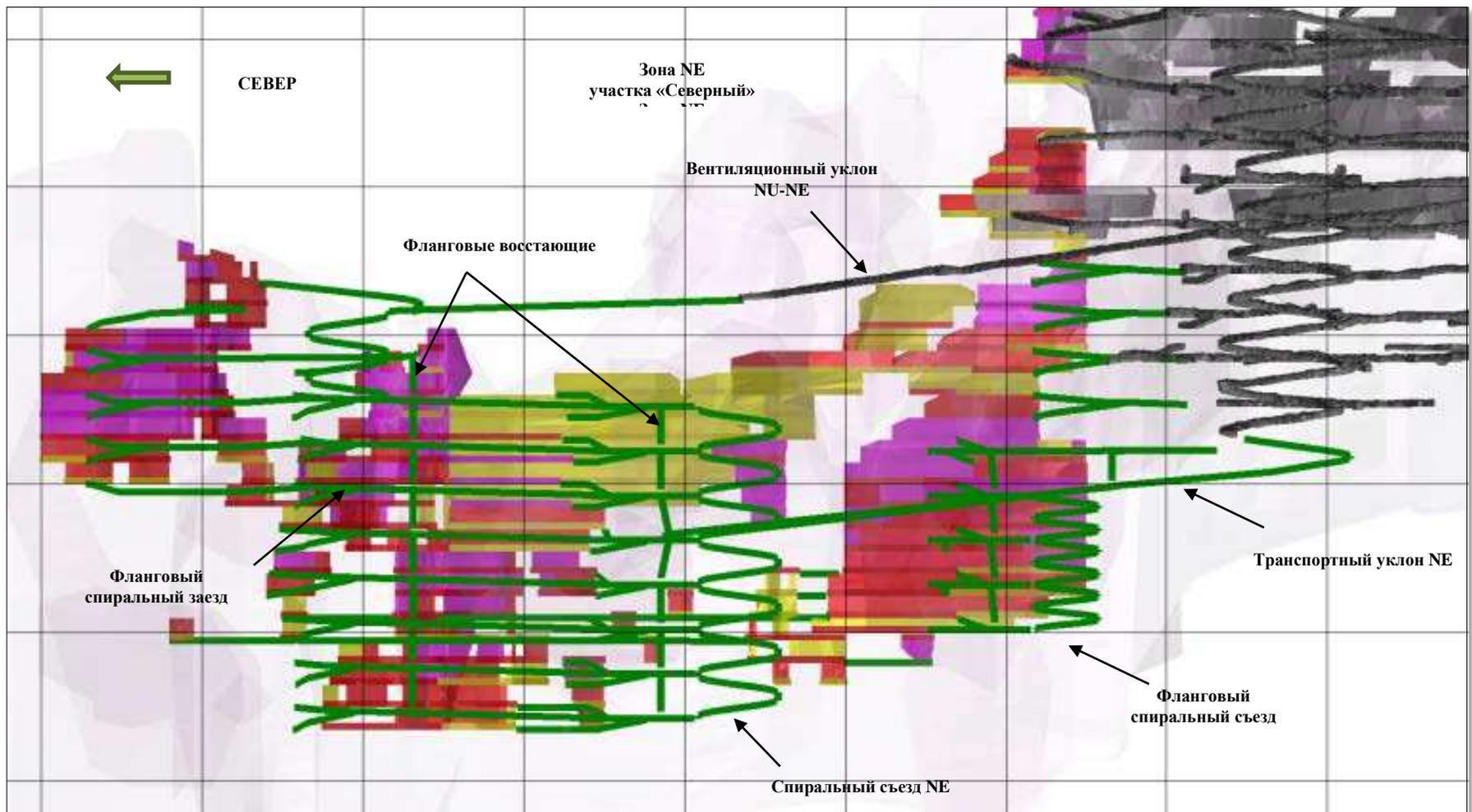


Рисунок 2.1 – Схема вскрытия запасов зоны NE участка «Северный»

## 2.2 Строительство вентиляционного уклона

### 2.2.1 Определение формы и расчет размеров поперечного сечения

Форму поперечного сечения выработки выбираем таким образом, чтобы были минимизированы затраты на сооружение выработки и содержание её в рабочем состоянии на весь период эксплуатации. В техническом плане форма поперечного сечения выработки определяется величиной горного давления, устойчивостью пород, в которых проводится выработка, типом и конструкцией применяемой крепи.

Для вентиляционного уклона, длиной 1000 м, исходя из физико-механических свойств пород, применяем прямоугольно-сводчатую форму поперечного сечения выработки.

При транспортировании горной массы применяется следующее оборудование:

погрузочно-доставочная машина Того 1400D;

самосвал CAT AD45;

Самое крупногабаритное самоходное оборудование на руднике, которое передвигается по выработкам, является автосамосвал CAT AD-45. Его высота до загрузки составляет 2898 мм. Требования минимально допустимой ширины и высоты выработки – 4000 мм 4500 мм, соответственно. Таким образом, размеры выработок должны быть не менее 4м x 4,5м.

Сечение для вентиляционного уклона:

$$S_{св} = 22,2\text{м}^2 \text{ и } S_{вч} = 23,2 \text{ м}^2$$

### Проверка на скорость движения воздушной струи

Согласно правилам безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых, [4]:

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

*Статья 115.*

Максимальная скорость не должна превышать следующих норм:

- а) в очистных и подготовительных выработках - 4 м/с;
- б) в квершлагах, вентиляционных и главных откаточных штреках, капитальных уклонах 8 м/с;
- в) в остальных выработках - 6 м/с;
- г) в главных вентиляционных штреках – 10 м/с.

$$V_{\phi} = Q/S_{\text{св}}, \text{ м/с} \quad (2.1)$$

где ;  $Q$  – количество воздуха, проходящего по выработке, м<sup>3</sup> [5];

$$V_{\phi} = 200/22,2 = 9 \text{ м/с}$$

$$9 \text{ м/с} \geq 8 \text{ м/с}$$

Поэтому, подберем в большую сторону  $S_{\text{св}}$ , которое полностью удовлетворяло по скорости движения воздуха.

С учетом перспективного развития горных работ на нижележащих горизонтах назначаем  $S_{\text{св}}$ , чтобы соответствовала *статье 115*.

$$\text{Принимаем } S_{\text{св}} = 25 \text{ м}^2 \text{ и } S_{\text{вч}} = 26 \text{ м}^2$$

$$V_{\phi} = 200/25 = 8 \text{ м/с}$$

$$8 \text{ м/с} \leq 8 \text{ м/с}$$

Т.о. сечение выработки полностью удовлетворяем требованиям при разработке рудных месторождений подземным способом [4].

Сечение выработки представлено на рис. 2.2

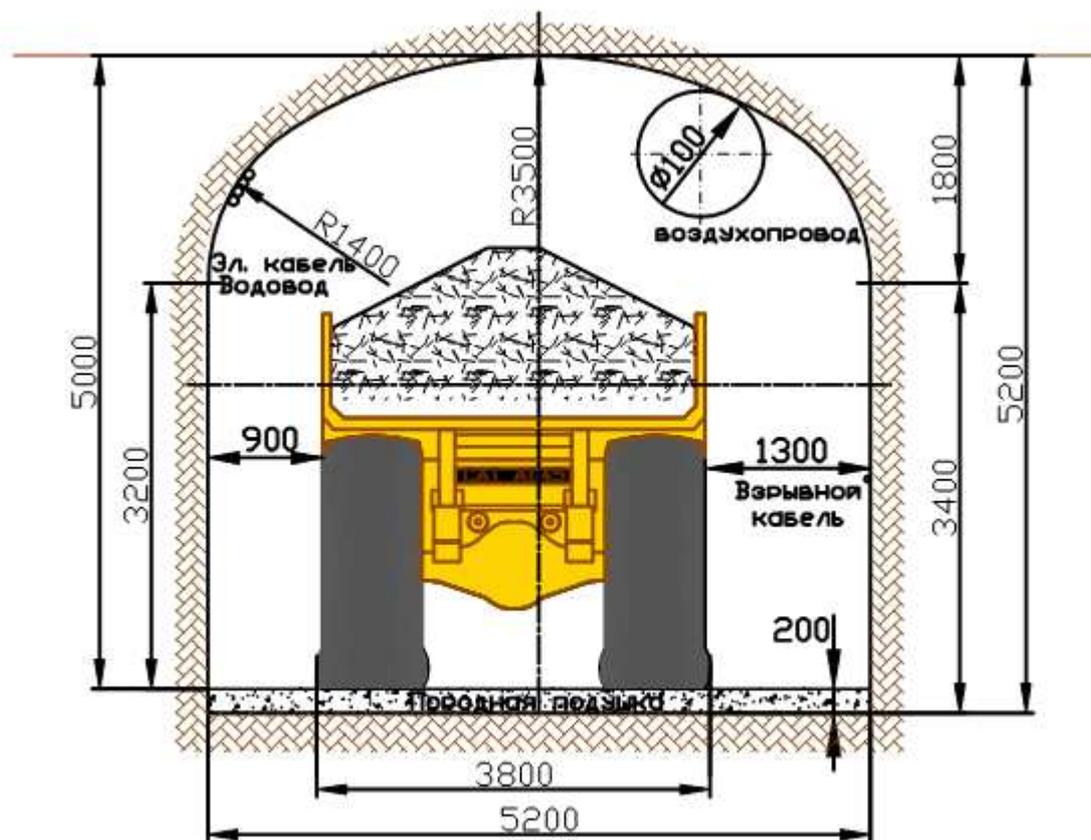


Рисунок. 2.2 – Сечение выработки

### 2.2.2 Выбор и расчет крепи

Выработки будут пройдены в породах, представленных андезитами. Породы в основном неустойчивые, из-за сближения пологих трещин в кровле выработок и повышенной аргиллизации (глинизации) отдельных участков, склонны к заколообразованиям, пластовому отслоению вдоль пологих трещин в отдельности. В бортах выработок возможны «вывалы» отдельных блоков мощностью до 0,5 метра и даже более, что требует крепления анкерами с затяжкой борта металлической сеткой и металлическими пластинами. Тем не менее, необходимо провести расчет для определения используемого основного типа крепи на проектируемых выработках.

Предварительно необходимо определить расчетное сопротивление пород сжатию в массиве и расчетную глубину размещения выработки:

$$R_c = R \cdot k_c \cdot k_d, \quad (2.2)$$

где  $R$  – среднее значение сопротивления пород в образце одноосному сжатию, устанавливаемое экспериментально по результатам испытаний образцов пород, МПа ( $\text{кгс/см}^2$ )[2];  $k_c$  – коэффициент, учитывающий усредненную по периметру выработки нарушенность массива пород поверхностями без сцепления либо с малой связанностью (зеркала скольжения, трещины, глинистые прослои), принимаемый по таблице 2.1;  $k_d$  – коэффициент длительной прочности, принимаемый по результатам испытаний обладающих существенной ползучестью горных пород.

Таблица 2.1– Определение значения коэффициента  $k_c$  по среднему расстоянию между поверхностями ослабления пород

Среднее расстояние между поверхностями ослабления пород, м	Значение коэффициента $k_c$
Свыше 1,5	0,9
Менее 1,5 до 1	0,8
Менее 1 до 0,5	0,6
Менее 0,5 до 0,1	0,4
Менее 0,1	0,2

$$R_c = 66 \cdot 0,2 \cdot 1 = 13,2, \text{ Мпа}$$

Далее необходимо определить расчетную глубину размещения выработки. Расчетная глубина размещения выработки определяется с учетом отличия напряженного состояния данного массива горных пород от средних условий, принимавшихся при обобщении экспериментально-аналитических материалов, вне поля разгрузки и пригрузки массива горных пород в области ведения очистных выработок, положенных в основу настоящего свода правил.

Значение  $H_p$  определяют по значению фактической напряженности пород в массиве, включая значение коэффициента бокового давления  $\lambda$ . Для такой дифференцированной оценки исходного поля напряжений в массиве

горных пород в конкретных условиях следует использовать современные данные геодинамического районирования и лабораторные методы определения коэффициента бокового давления пород в данном массиве на данной глубине, учитывающие геологические изменения в течение предшествующего времени, глубин залегания данных пород и пластов и другие геологические процессы.

Расчетную глубину  $H_p$  определяют по формуле [1]:

$$H_p = H \cdot k, \quad (2.3)$$

где  $H$  – проектная глубина размещения выработки или ее участка, м;  $k$  – коэффициент, учитывающий отличие фактического напряженного состояния массива горных пород по сравнению с напряжённым состоянием, вызванным собственным весом толщи пород до поверхности, принимаемый равным  $k = 1$  для обычных горно-геологических условий; для районов, подверженных движениям земной коры, и в зонах тектонических разрушений при отсутствии экспериментальных данных  $k$  принимается равным 1,5.

$$H_p = 220 \cdot 1 = 220, \text{ м}$$

#### **Выбор типа крепи:**

Выбор типа и расчет параметров крепи следует производить в зависимости от категорий устойчивости пород с учетом степени воздействия очистных работ и других выработок [6]

В качестве критерия устойчивости пород следует принимать значение их смещений  $U$  на контуре поперечного сечения выработки за весь срок ее эксплуатации без крепи в соответствии с таблицей 2.2.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

Таблица 2.2 – Смещения пород на контуре поперечного сечения выработки за весь срок её эксплуатации без крепи

Категория устойчивости пород	Оценка состояния устойчивости пород	Смещение $U$ , мм
I	Устойчивое	До 50
II	Среднеустойчивое	От 50 до 200
III	Неустойчивое	От 200 до 500
IV	Сильно неустойчивое	Свыше 500

Отнесение выработки к той или иной категории устойчивости следует проводить по абсолютному значению максимальных смещений пород на контуре поперечного сечения, которое определяют дифференцированно в кровле, почве и боках выработки.

Значение смещения  $U$  для горизонтальных и наклонных выработок, расположенных в осадочных и изверженных породах и вне зоны влияния очистных работ, следует определять по формуле:

$$U = k_{\theta} k_{\alpha} k_s k_b K_T U_T, \quad (2.4)$$

где  $U_T$  – смещение пород, мм, принятое за типовое, определяемое по графикам, представленным на рис.2.3 в зависимости от расчетного сопротивления пород сжатию  $R_c$  и расчетной глубины расположения выработки  $H_p$ ;

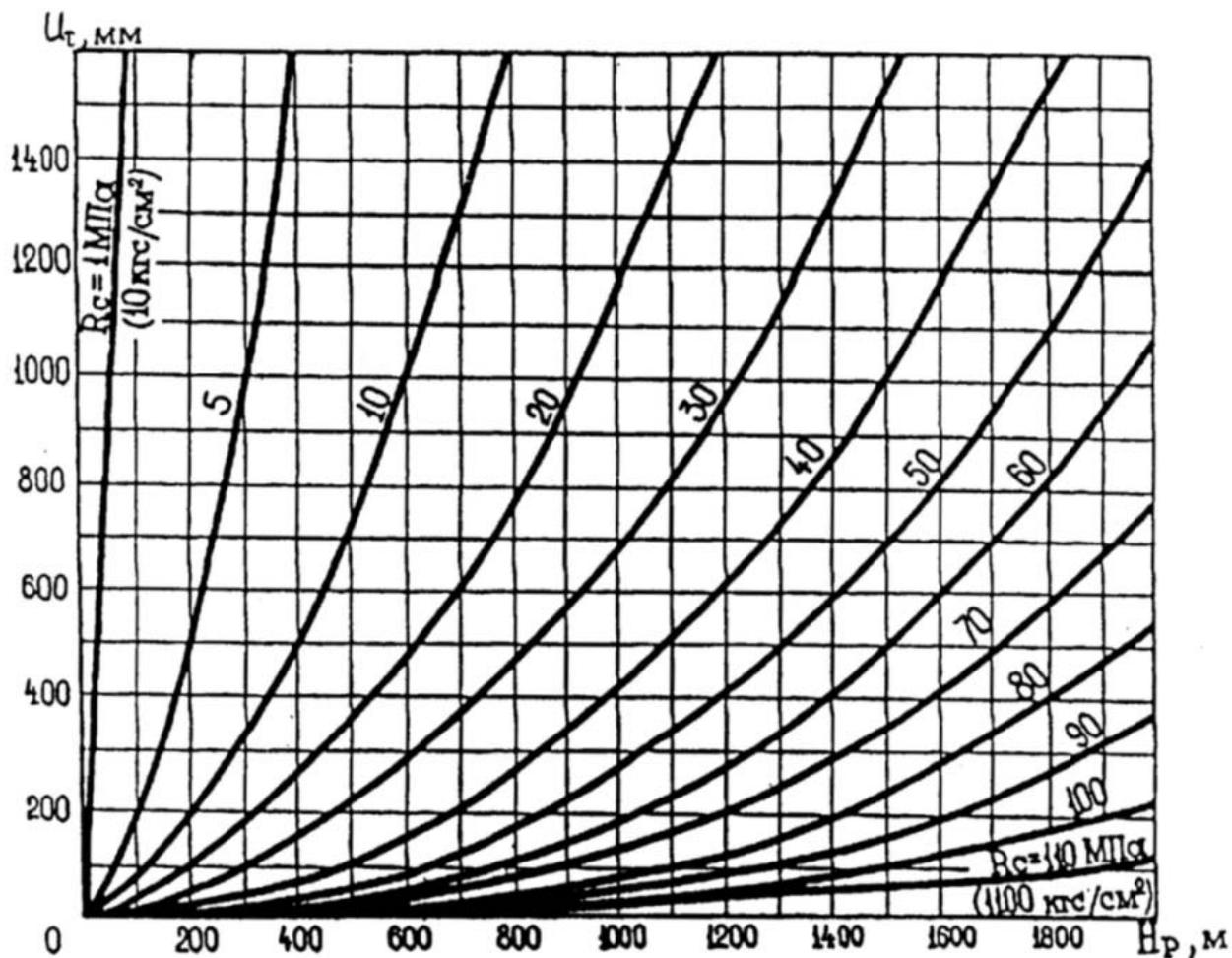


Рисунок 2.3 – График для определения типового смещения пород

$k_\alpha$  – коэффициент влияния угла залегания пород и направления проходки выработки относительно простирания пород или основных плоскостей трещиностойкости, определяемый по таблице 2.3;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

34

Таблица 2.3 – Коэффициенты влияния направления смещения пород  $k_\alpha$  и боковых смещений  $k_\theta$

Направление проходки выработки	Коэффициенты $k_\alpha$ и $k_\theta$ при углах залегания пород $\alpha$ или основных плоскостей трещиноватости, град											
	До 20		30		40		50		60		Свыше 70	
	$k_\alpha$	$k_\theta$	$k_\alpha$	$k_\theta$	$k_\alpha$	$k_\theta$	$k_\alpha$	$k_\theta$	$k_\alpha$	$k_\theta$	$k_\alpha$	$k_\theta$
По простиранию	1,00	0,35	0,95	0,55	0,80	0,80	0,65	1,20	0,60	1,70	0,60	2,25
Вкрест простирания	0,70	0,55	0,60	0,80	0,45	0,95	0,25	0,95	0,20	0,80	0,15	0,55
Под углом к простиранию	0,85	0,45	0,80	0,65	0,65	0,90	0,45	1,05	0,35	1,10	0,35	0,95

$k_\theta$  – коэффициент направления смещения пород: при определении смещений со стороны кровли или почвы (в вертикальном направлении)  $k_\theta$  равен 1; при определении боковых смещений пород (в горизонтальном направлении)  $k_\theta$  определяется по таблице 2.3;

$k_s$  – коэффициент влияния размера выработки, определяемый по формуле:

$$k_s = 0,1(b - 1), \quad (2.5)$$

где  $b$  – ширина выработки в проходке (вчерне), м;

$$k_s = 0,1(5 - 1) = 0,4,$$

$k_B$  – коэффициент воздействия других выработок, принимаемый для одиночных выработок и камер равным 1,0, для сопряжений с односторонним примыканием выработки – 1,4, для сложных сопряжений с примыканием выработок в виде двустороннего заезда или пересекающихся выработок – 2,6,

$K_t$  – коэффициент влияния времени возведения крепи. Для выработок, срок службы  $t$  которых более 15 лет,  $K_t$  равен 1.

$$U = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 140 = 19,6, \text{ мм}$$

Породы по данным расчетам определены к I категории устойчивости.

СП 91.13330.2012 [1] рекомендует применять в выработках, расположенных вне зоны влияния очистных работ, следующий вид крепи: в породах I категории устойчивости – анкерную крепь. В местах геологических нарушений применяется дополнительное крепление торкрет - бетоном толщиной не менее 30 мм. В зонах интенсивной трещиноватости и полых трещинах со льдом, дополнительное крепление осуществляется металлическими пластинами.

Тип анкера принимается в зависимости от коэффициента крепости пород по таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Выбор типа анкера

Анкера	Коэффициент крепости пород, $f$	Несущая способность, кН	Примечание
Клино-щелевой	6-10	Не более 60-70	При $10 < f < 6$ прочность закрепления замка резко уменьшается
Распорно-конусный и распорно-клиновой	$< 4$ $> 4$	Более 60-100 Не более 5-20	Несущая способность замка при $f > 4$ - 60-80кН; полное сцепление замков с породой достигается при натяжении 40-50 кН
Железобетонный	2-3 10-15 и более	Около 100 Не более 200-250	Несущая способность дана при полном заполнении шпура бетоном
Сталеполимерный	Любой	140 (средняя)	Заполнение шпура полимерным бетоном 0,25-0,3 м; начальное натяжение 35-60 кН

При  $f > 12$  для дальнейших расчетов принимается железобетонный анкер.

#### Расчет анкерной (комбинированной) крепи:

Определение максимальных напряжений, действующих на контур выработки:

$$\delta_{\max} = K_1 \cdot \gamma \cdot H \cdot 10, \quad (2.6)$$

где  $K_1$  - коэффициент концентрации сжимающих напряжений боках выработки, принимается по таблице 3.5,  $K_1 = 2$ ;  $\gamma$  - удельный вес породы, т/м<sup>3</sup>;  $H$  – расчетная глубина размещения выработки, м.

$$\delta_{\max} = 2 \cdot 2420 \cdot 220 \cdot 10 = 10648000 \text{ Па} = 10,65, \text{ МПа}$$

Минимальные напряжения, действующие на контур выработки, определяются по формуле:

$$\delta_{\min} = K_2 \cdot \lambda_1 \cdot \gamma \cdot H \cdot 10, \quad (2.7)$$

где  $K_2$  - коэффициент концентрации растягивающих напряжений в кровле выработки, принимается по таблице 2.5,  $K_2=0,4$ ;  $\lambda_1$  - коэффициент бокового распора.

$$\delta_{\min} = 0,4 \cdot 0,3 \cdot 2420 \cdot 220 \cdot 10 = 638880 = 0,64, \text{ МПа}$$

Получаем данные значения напряжений:

$$\delta_{\max} = 10,65, \text{ МПа}$$

$$\delta_{\min} = 0,64, \text{ МПа}$$

Таблица 2.5 – Определение коэффициента концентрации сжимающих напряжений боках выработки

Форма выработки	Коэффициенты концентрации напряжений		Примечание
	Сжимающих и боках $K_1$ (в долях от $\gamma H$ )	Растягивающих в кровле $K_2$ (в долях от $\lambda_0 \gamma H$ )	
Прямоугольно-сводчатая	2	0,4	Для пород с $f > 12$
	2	0,3	Для пород с $f < 12$

Коэффициенты запаса прочности пород по контуру выработки:

$$n_{\delta} = R_{сж} / \delta_{\max}, \quad (2.8)$$

$$n_{\kappa} = R_p / \delta_{\min}, \quad (2.9)$$

где  $R_{сж}$  - предел прочности пород массива на сжатие;  $R_p$  - предел прочности пород массива на растяжение;

$$n_{\delta} = 13,2/10,65 = 1,24$$

$$n_{\kappa} = 1,3/0,64 = 2,03$$

На основе запаса прочности предложена классификация режимов заданной нагрузки для выбора расчетной схемы горного давления в скальных

породах, которые не испытывают перед разрушением заметных пластических деформаций

Кровля и бока относительно устойчивы, но запасы прочности недостаточны.

Коэффициент и угол внутреннего трения пород:

$$tg\varphi = (R_{сж} - R_p) / (R_{сж} + R_p), \quad (2.10)$$

где  $\varphi$  - угол внутреннего трения пород ( $\varphi = 40^\circ$ );

$$tg\varphi = (13,2 - 1,3) / (13,2 + 1,3) = 0,82$$

Высота зоны обрушения с учетом запаса прочности пород кровли

$$b'_к = \frac{a + h_1 ctg(45^\circ + \varphi / 2)}{n_к tg\varphi} - h_0, \quad (2.11)$$

где  $a$  - полупролет выработки, м;  $h_1$  - высота вертикальной стенки, м;  $h_0$  - высота свода по проекту, м;  $n_к$  - коэффициент запаса прочности кровли;  $\varphi$  - угол внутреннего трения пород, град.

$$b'_к = \frac{2,5 + 3,03 \cdot ctg(45^\circ + 40 / 2)}{2,03 \cdot 0,82} - 1,567 = 0,094 \text{ м}$$

$$b'_1 = b'_к + h_0, \text{ м} \quad (2.12)$$

где  $b'_к$  - высота зоны обрушения с учетом запаса прочности пород кровли.

$$b'_1 = 0,094 + 1,567 = 1,66 \text{ м}$$

Интенсивность давления со стороны кровли:

$$q'_2 = b'_к \gamma, \text{ кПа} \quad (2.13)$$

$$q'_2 = b'_к \gamma = 1,66 \cdot 2420 \cdot 10 = 40172 \text{ Па} = 40,172 \text{ кПа}$$

Интенсивность бокового давления почвы выработки с учетом  $n_\sigma = 1,24$ :

$$q_{II} = (b'_1 + h_1) \gamma \lambda_2 / n_\sigma, \text{ кПа}, \quad (2.14)$$

где  $\lambda_2$  - коэффициент бокового распора;  $n_\sigma$  - коэффициент запаса прочности боков;

$$q_{II} = (1,66 + 3,03) \cdot 2420 \cdot 0,217 \cdot 10 / 1,24 = 19,86 \text{ кПа}$$

$$\lambda_2 = tg^2(45^\circ - 40 / 2) = 0,217 \quad (2.15)$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Расчет железобетонного анкера:

Стержень из круглой гладкой стали класса А-1 диаметром  $d_c=0,016$  м; расчетное сопротивление стали  $R_p=210$  МПа; бетон М400, имеющий сцепление со стержнем  $\tau_1=11$  МПа; расчетная длина заделки  $l_3=0,4$  м; диаметр шпура  $d_{ш}=0,036$  м; удельное сцепление бетона с породой  $\tau_2=1$  МПа; шпуры сухие-  $m_1=0,75$

Расчетная несущая способность стержня анкера ( $H$ ) из условия его прочности на разрыв:

$$P_c = FR_p m = 3,8 \cdot 10^4 \text{ Н}, \quad (2.16)$$

где  $F$  - площадь поперечного сечения стержня, м<sup>2</sup>;  $R_p$  - расчетное сопротивление материала стержня растяжению, МПа;  $m$  - коэффициент условий работы стержня анкера.

Расчетная несущая способность стержня анкера ( $H$ ) из условия прочности его закрепления в бетоне:

$$P_3 = \pi d_c \tau_1 l_3 k_1 m_1 = 3,14 \cdot 0,016 \cdot 11 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 0,55 \cdot 0,75 = 9,1 \cdot 10^4 \text{ Н} \quad (2.17)$$

где  $d_c$  - диаметр арматурного стержня, м;  $\tau_1$  - удельное сцепление стержня с бетоном, Па;  $l_3$  - расчетная длина заделки, м;  $m_1$  - коэффициент условий работы замка

Расчетная несущая способность замка ( $H$ ) из условия его закрепления в бетоне:

$$P'_3 = \pi d_{ш} \tau_2 l_3 k_1 m_1 = 3,14 \cdot 0,036 \cdot 10^6 \cdot 0,4 \cdot 0,75 = 4,2 \cdot 10^4 \text{ Н}, \quad (2.18)$$

где  $d_{ш}$  - диаметр шпура, м;  $\tau_2$  - удельное сцепление бетона с породой, Па;  $l_3$  - расчетная длина заделки, м;  $m_1$  - коэффициент условий работы замка.

В качестве расчетной несущей способности анкера  $P_a$  принимается меньшее значение из  $P_c$ ,  $P_3$  или  $P'_3$ .

$$P_a = P_3 = 3,8 \cdot 10^4 \text{ Н} \quad (2.19)$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Длина анкера определяется с учетом зон возможного обрушения или отслоения пород, зависящих от запаса прочности пород кровли и боков, формы выработки и расчетной схемы горного давления.

$$l_a = \frac{B}{\sqrt{f}} + K \text{ м}, \quad (2.20)$$

где  $B$  - ширина выработки вчерне, м;  $K$  - коэффициент, принимаемый равным 0,4-0,5 при ширине выработки  $B < 3,5$  м и 0,15-0,2 при  $B > 3,5$  м;  $f$  - коэффициент крепости пород по М. М. Протоdjяконову.

$$l_a = \frac{5}{\sqrt{12}} + 0.2 = 1.64 \text{ м}$$

Длина анкера в кровле выработки принимается равной не менее 1,0 м и не более 2,5 м (редко 3 м).

Принимаем длину анкера 1,7 м

Плотность расстановки анкеров в кровле по формуле:

$$S = q'_2 n_n / P_a, \text{ шт/м}^2 \quad (2.21)$$

$$S = (40,172 \cdot 10^3 \cdot 1,2) / (3,8 \cdot 10^4) = 1,27 \text{ шт/м}^2.$$

Расстояние между анкерами в кровле

$$a_1 = (1/S)^{1/2} = (1/1,27)^{1/2} = 0,88 \text{ м} \quad (2.22)$$

Принимаем установку анкеров в кровле по сетке 0,9 x 0,9 м.

Расчет плотности расстановки анкеров в боку выработки:

$$S' = q_{II} n_{II} / P \text{ шт/м} \quad (2.23)$$

$$S' = q_{II} n_{II} / P = 19,86 \cdot 10^3 \cdot 1,2 / 3,8 \cdot 10^4 = 0,63 \text{ шт/м}$$

Расстояние между анкерами в боку при расположении их по квадратной сетке:

$$a_2 = (1/S')^{1/2} = 1,26 \text{ м}$$

Сетка расположения анкеров в боку принимается (1,3 x 1,3) м.

Число анкеров в выработке считается для каждой выработки в зависимости от ширины пролета.

Толщина набрызг-бетона при комбинированной крепи:

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$\delta = 0,35 \sqrt{\frac{q \cdot m}{n_y \cdot R_p}}, \text{ м}, \quad (2.24)$$

где  $q$  – интенсивность нормативного давления со стороны кровли, кПа;  $m$  – коэффициент перегрузки, равный 1,2;  $n_y$  – коэффициент условий работы, равный 0,85 для неармированного набрызг-бетона и 1 для армированного;  $R_p$  – расчетное сопротивление набрызг-бетона растяжению для проектных марок бетона В30, В40, В50 соответственно 1200, 1400, 1600 кПа при наличии армирования и 1000, 1200, 1350 кПа при отсутствии армирования.

$$\delta = 0,35 \sqrt{\frac{9,4 \cdot 1,2}{1 \cdot 1400}} = 0,031 \text{ м}$$

Толщина набрызг-бетона принимается равной 0,05 м.

Площадь выработки вчере составляет  $S_{\text{ч}}=26\text{ м}^2$ , в проходке  $S_{\text{пр}}=26,8\text{ м}^2$ .

Комбинированная анкерная крепь представлена на рис. 2.4.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

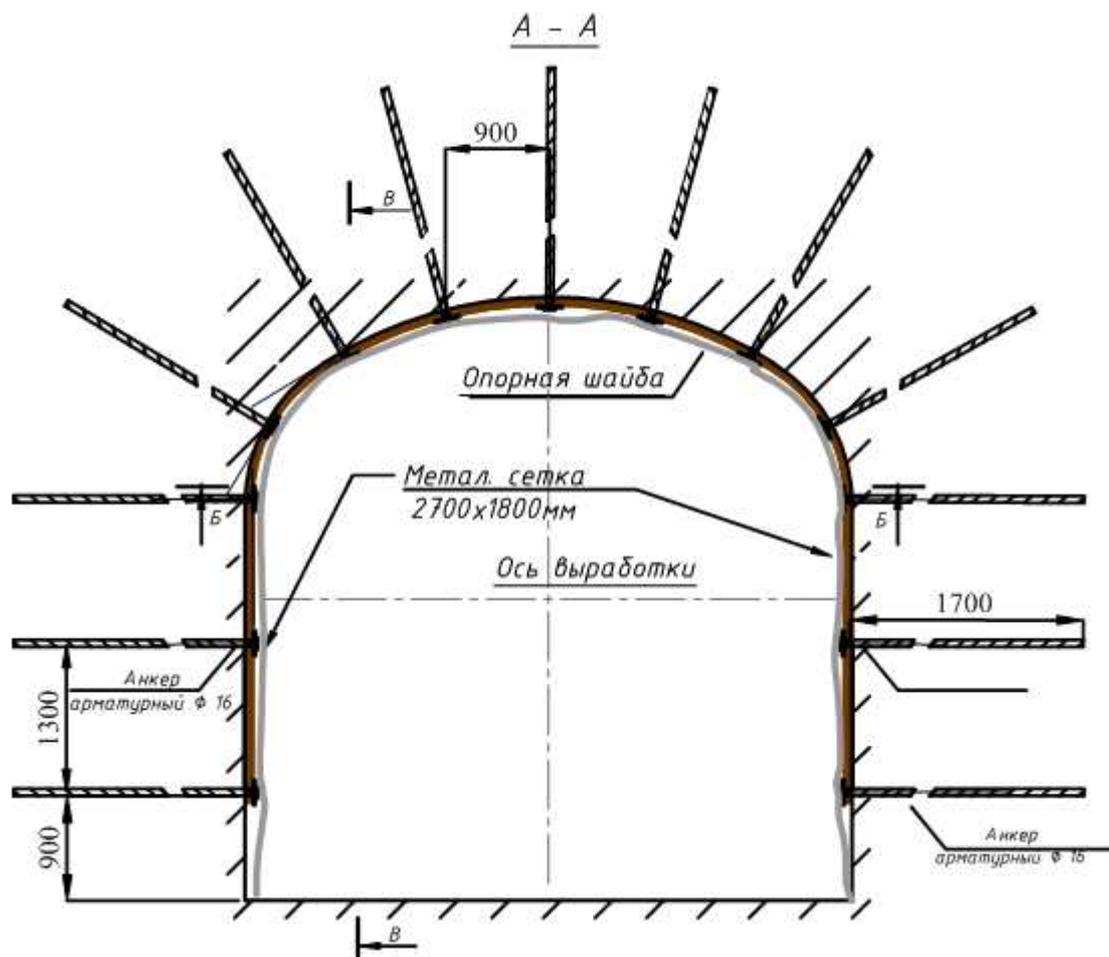


Рисунок 2.4– Комбинированная анкерная крепь

### 2.2.3 Расчет параметров буровзрывных работ

#### Выбор типа вруба

Для проходки выработки прямоугольно – сводчатой формы применяют прямой вруб. Прямые врубы образуют шпурами, пробуренными перпендикулярно к поверхности забоя. При этих врубах, как правило, один или несколько шпуров оставляют незаряженными для создания дополнительной открытой поверхности, облегчающей проявление разрушительного действия остальных шпуров.

Число врубовых шпуров от двух до десяти. Рациональная глубина заходки 2,1 м. Длина врубовых шпуров 2,3 м.

						ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			42

Обуривание забоя осуществляется согласно паспорту БВР. Сначала бурятся врубовые шпур, затем вспомогательные и оконтуривающие.

Вспомогательные шпур предназначены для расширения полости, образованной взрывом зарядов врубовых шпуров. Заряды в этих шпурах взрывать сразу же после взрыва зарядов во врубовых шпурах. Вспомогательные шпур располагают равномерно по площади забоя между врубовыми и оконтуривающими шпурами.

Оконтуривающие шпур служат для отбойки горной массы до проектного контура поперечного сечения выработки. Располагаются они по периметру забоя выработки на расстояние 0,2-0,25 м от контура выработки. Заряд ВВ в них взрывают последними.

Полозовые шпур служат для выравнивания полотна забоя. В процессе бурения полозовые шпур заливает водой и для предотвращения отказов ВВ и прострелов, шпур заряжают аммонитом № 6ЖВ.

### **Расчет параметров БВР**

Расчет проводится по методике Ю.П. Требуша [7].

В качестве основного типа ВВ принимаем - "Игданит". Его параметры: работоспособность (Р) = 330 см<sup>3</sup>, плотность заряжания (Δ) = 1,1 см<sup>3</sup>.

В качестве патрона-боевика принимаем Аммонит №6 ЖВ. Его параметры: d<sub>п</sub> = 32 мм; масса патрона – 230 г.; длина патрона – 200 мм.

Общее число шпуров в забое:

$$N = \frac{12,7 \cdot q_{\text{вв}} \cdot S}{\Delta \cdot d_n^2 \cdot K_3} \quad (2.25)$$

где  $q_{\text{вв}}$  – удельный расход ВВ обуренной породы, кг/м<sup>3</sup>;  $d_n$  - диаметр патрона ВВ, см;  $S$  – сечение выработки в проходке, м<sup>2</sup>;  $\Delta$  - плотность ВВ, г/см<sup>3</sup>;  $K_3$  – коэффициент заполнения шпуров, доли ед.

$$N = \frac{12,7 \cdot 1,66 \cdot 26,8}{1,1 \cdot 3,6^2 \cdot 0,6} = 66 \text{ шт}$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Удельный расход ВВ:

$$q_{\text{ВВ}} = 0,1 \cdot f \cdot f_0 \cdot U \cdot m \cdot e, \quad (2.26)$$

$$q_{\text{ВВ}} = 0,1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,88 \cdot 0,93 = 1,66 \text{ кг/м}^3,$$

где  $f$  – коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова;  
 $f_0$  – коэффициент структуры породы;  $U$  – Коэффициент зажима учитывающий величину площади забоя выработки и число обнаженных плоскостей;  $m$  – коэффициент учитывающий диаметр коронки;  $e$  – коэффициент работоспособности ВВ, равный отношению работоспособности 62%-го динамита и работоспособности применяемого ВВ.

$$U = 6,5/\sqrt{S}, \quad (2.27)$$

$$U = 6,5/\sqrt{26,8} = 1,3.$$

Принимаем прямой вруб.

Число врубовых шпуров:

$$N_{\text{вр}} = (h_k/a) + 2, \quad (2.28)$$

$$N_{\text{вр}} = (1,4/0,4) + 2 = 6 \text{ шт.}$$

где  $a = 0,4$  – расстояние между парами сходящихся шпуров, м;  $h_k$  – высота прямого вруба, м.

Высота вруба определяется по формуле:

$$h_k = W_{\text{отб}} = 47 \cdot d_3 \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma \cdot e \cdot U_{\text{отб}}}}, \quad (2.29)$$

$$h_k = W_{\text{отб}} = 47 \cdot 0,036 \cdot \sqrt{\frac{1,1}{2,42 \cdot 0,93 \cdot 0,73}} = 1,4, \text{ м}$$

Число оконтуривающих шпуров рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{ок}} = 4,1\sqrt{S \cdot b}, \quad (2.30)$$

$$N_{\text{ок}} = 4,1\sqrt{26,8 \cdot 0,5} = 15, \text{ шт.}$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Число вспомогательных шпуров рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{вс}} = N - N_{\text{вп}} - N_{\text{ок}}, \quad (2.31)$$

$$N_{\text{вс}} = 66 - 6 - 15 = 45, \text{ шт}$$

Проверка расчетного количества шпуров производится методом графического построения. При расположении шпуров учитывают удобство размещения бурового оборудования, а также расстояния между смежными шпурами и между смежными рядами шпуров.

Оконтуривающие шпуры, в зависимости от крепости пород, бурят на расстоянии 0,4-1,0 м один от другого.

Графически получилось 69 шпуров рис. 2.5

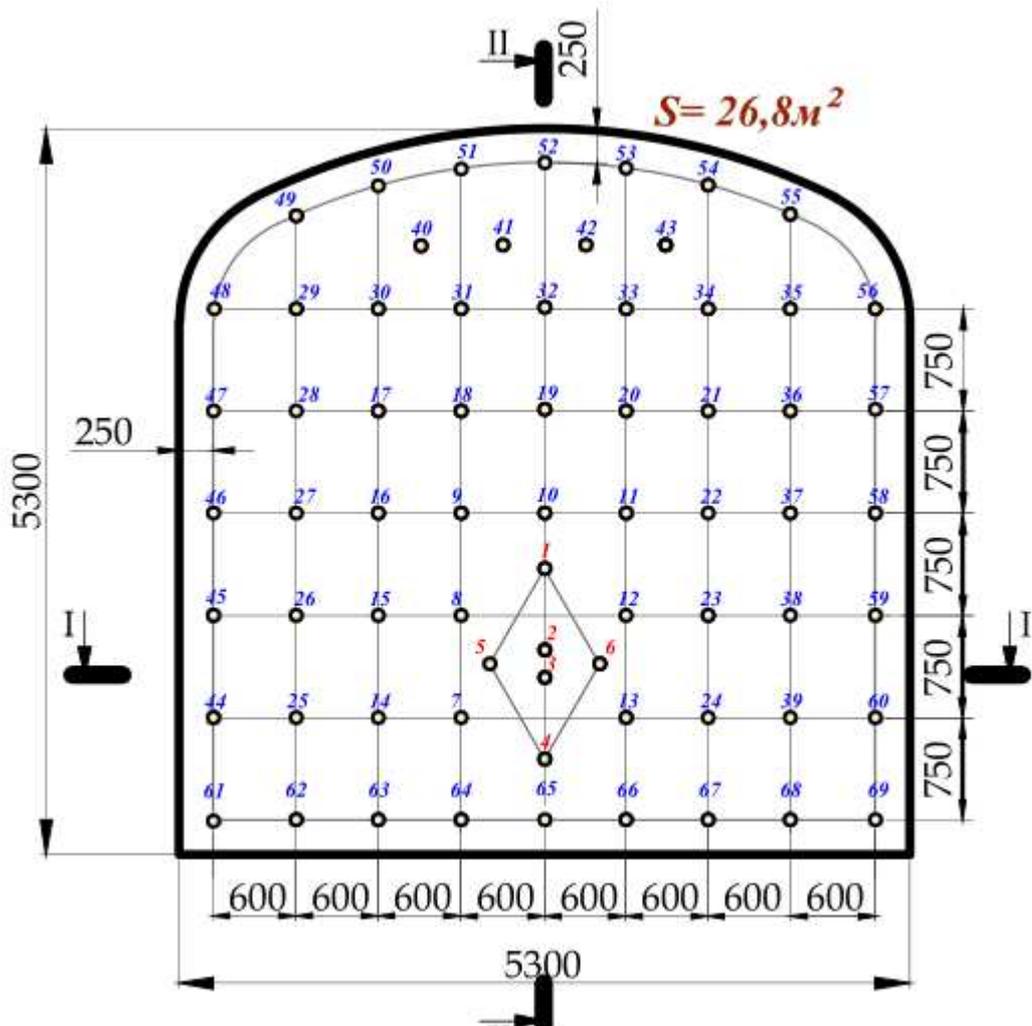


Рисунок 2.5– Схема расположения шпуров

## Расчет комплексной нормы (времени) выработки, длины уходки и длины шпуров

Комплексная норма времени ( $H_k$ ) необходима для расчета потребности в трудозатратах при проектировании организации работ в забое, расчета длины уходки, а также расчета оплаты труда проходчиков. Расчет комплексной нормы времени ( $H_k$ ) производится в следующем порядке:

1. По технологическим требованиям и горно-геологическим условиям проектируется поперечное сечение выработки в свету и вчерне, вид и конструкция крепи, способ и схема проведения, необходимое проходческое оборудование и комплекс БВР. Подсчитываются объемы работ по каждому процессу на проведение 1 м выработки.

2. По «Единым нормам времени и выработки ...» [8] в соответствии с проектными решениями по каждому процессу выбираются табличные попроцессные нормы времени ( $H_m$ ) и поправочные коэффициенты к ним. Необходимая "установленная" попроцессная норма ( $H_y$ ) вычисляется с учетом соответствующих поправочных коэффициентов.

3. Расчет комплексной нормы времени ( $H_k$ ) выполняют в форме таблицы (табл. ). При этом при определении трудозатрат по процессу следует учитывать количество проходчиков, если норма времени дается в человеко-часах - т.е. разделить ( $T$ ) на количество рабочих ( $n$ ). Если норма приводится в машино-часах или на звено рабочих, то ( $T$ ) по процессу необходимо разделить на количество машин ( $n$ ) или количество звеньев рабочих ( $n$ ), занятых на данном процессе.

Число рабочих в звене (смене) принимается исходя из необходимой скорости проходки и из возможности размещения их в выработке. При самоходной технике и скорости проходки до 150 м/мес. численность звена составляет из расчета 2.5-3.0 м<sup>2</sup> площади забоя на человека, а при более

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

высоких скоростях – 1.5-2.0 м<sup>2</sup>/чел. При самоходной технике численность звена составляет из расчета 6-20 м<sup>2</sup>/чел.

**Глубина шпуров** определяется, исходя из трудоемкости горнопроходческого цикла, из следующих положений.

Продолжительность цикла складывается из времени выполнения отдельных процессов и операций: разметки шпуров, подготовительных и заключительных работ при бурении шпуров; непосредственно бурения шпуров; заряжания и взрывания зарядов; проветривания; подготовительно-заключительных работ при погрузке породы; погрузки породы; возведения постоянной крепи и временной крепи, настилки рельсового пути, монтажа трубопроводов и других вспомогательных работ. Глубину шпуров определяют через комплексную норму времени. Для составления комплексной нормы времени ( $H_k$ ) вычисляют объемы работ для каждого процесса на один метр подвигания забоя

При этом определяется возможность совмещения отдельных процессов во времени (например, установка штанговой крепи и бурения шпуров, возведение постоянной бетонной крепи с бурением шпуров и т. д.), а также возможность осуществления отдельных процессов во время между сменного перерыва (например, заряжание, взрывание и проветривание можно производить в перерыв между сменами).

Тем самым увеличивается время на буровые работы и отгрузку отбитой породы, а, следовательно, увеличивается и длина уходки за смену.

В таблице 2.6 представлен расчет комплексной нормы времени.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



отдельные процессы) в цикле, час.

$$l_{ц} = (14-1)/6,4=2\text{м}$$

Требуемую глубину шпуров вычисляют с учетом КИШ ( $\eta$ , доли ед.):

$$l_{шп} = l_{ц}/\eta = 2/0,96=2,1\text{м} \quad (2.33)$$

### Уточнение паспорта БВР

Определяем общий расчетный расход ВВ на цикл:

$$Q_p = q_{ВВ} \cdot S \cdot l_{ц}, \quad (2.34)$$

$$Q_p = 1,66 \cdot 26,8 \cdot 2 = 89\text{кг}.$$

Рассчитываем среднюю величину заряда в шпуре;

$$q_{ср} = Q_p / N_z, \quad (2.35)$$

$$q_{ср} = 89/69 = 1,3 \text{ кг}.$$

Уточняем величину заряда ВВ в каждом шпуре. Для врубовых шпуров величину заряда принимаем на 15 – 20 % больше средней величины заряда, для вспомогательных (отбойных) шпуров – на 15 – 20 % меньше, а для оконтуривающих – около средней величины заряда.

Уточненный общий расход ВВ на цикл;

$$Q_{\phi} = q_{вр} \cdot N_{вр} + q_{отб} \cdot N_{отб} + q_{ок} \cdot N_{ок}, \quad (2.36)$$

$$Q_{\phi} = 1,56 \cdot 6 + 1,04 \cdot 26 + 1,3 \cdot 37 = 84,5 \text{ кг},$$

ГДЕ  $q_{вр}$ ,  $q_{отб}$ ,  $q_{ок}$  – величина заряда, соответственно, во врубовых, отбойных (вспомогательных) и оконтуривающих шпурах, кг.

Таблица 2.8 – Параметры буровзрывных работ

Номера шпуров	Наименование шпуров	Длина шпура, м	Угол наклона шпура, град.	Величина заряда в шпуре, кг	Длина заряда, м	Длина недозаряда, м	Очередность взрывания
1-6	Врубовые	2,3	87	1,56	1,8	0,5	1

7-13	Отбойные 1	2,1	90	1,04	1,6	0,5	2
14-24	Отбойные 2	2,1	90	1,04	1,6	0,5	2
25-43	Отбойные 3	2,1	90	1,04	1,6	0,5	2
44-60	Оконтуривающие	2,1	87	1,3	1,6	0,5	3
61-69	Полозовые	2,1	87	1,3	1,6	0,5	3

### Расчет основных показателей БВР

К основным показателям БВР относят: объём горной массы, оторванной за взрыв; общий и удельный расход шпурометров, взрывчатых материалов, а также скорость и продолжительность сооружения выработки.

Объём горной массы, оторванной за взрыв;

$$V_{ц} = S \cdot l_{ц}, \quad (2.37)$$

$$V_{ц} = 26,8 \cdot 4,3 = 115,24 \text{ м}^3.$$

Расход шпурометров на цикл:

$$L_{ц} = l_{вр} \cdot N_{вр} + l_{от} \cdot N_{от} + l_{ок} \cdot N_{ок}, \quad (2.38)$$

$$L_{ц} = 2,3 \cdot 6 + 2,1 \cdot 26 + 2,1 \cdot 37 = 141,6 \text{ м}.$$

Расход шпурометров на 1 пог.м выработки:

$$L_{1,м} = L_{ц} / l_{ц}, \quad (2.39)$$

$$L_{1,м} = 143,1 / 2 = 71,55 \text{ м / м}.$$

Расход шпурометров на 1 м<sup>3</sup> выработки:

$$L_{1,м^3} = L_{ц} / V_{ц}, \quad (2.40)$$

где  $L_{вр}$ ,  $L_{отб}$ ,  $L_{ок}$  - глубина, соответственно, врубовых, отбойных и оконтуривающих шпуров в комплекте, м.

$$L_{1,м^3} = 253,05 / 115,24 = 2,2 \text{ м / м}^3,$$

Таблица 2.9 - Основные показатели буровзрывных работ

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Наименование показателя				Значение
Сечение выработки в проходке, м <sup>2</sup>				26,8
Длина выработки, м				1000
Количество шпуров на цикл, шт.				69
Глубина шпуров в комплекте, м				141,6
Коэффициент использования шпура, доли ед.				0,96
Подвигание забоя за взрыв, м				3,5
Объём горной массы оторванной за взрыв, м <sup>3</sup>				115,24
Расход шпурометров, м:				
на цикл				141,6
на 1 пог.м выработки				71,55
на 1 м <sup>3</sup>				1,24
Расход ВВ, кг:на цикл				84,5
на 1 пог.м выработки				24,1
на 1 м <sup>3</sup>				0,73
Расход СИ: на цикл	Аммонит №6ЖВ, кг	ДША,м	Искра-Ш, шт	Эл.детонатор
	16	5	69	1
на 1 пог.м выработки	8	2,5	34,5	0,5
Месячная скорость проходки выработки, м/мес.				120
Продолжительность сооружения выработки, мес.				8,3

Расход средств инициирования (СИ) определяется на цикл, на 1 м проходки выработки.

Расход электрических проводов при электрическом способе взрывания равен длине магистрального провода, повреждаемого разлетающимися кусками породы при взрыве (до 25 - 35 м).

Фактическая месячная скорость проходки выработки, м/мес;

$$E_{\phi} = l_{\text{ц}} \cdot n_{\text{рд}} \cdot n_{\text{см}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.41)$$

где  $n_{\text{рд}}$ ,  $n_{\text{см}}$ ,  $n_{\text{ц}}$  - соответственно, число рабочих дней в месяце, число проходческих смен в сутки и число циклов в смену, шт.

$$E_{\phi} = 2 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 1 = 120 \text{ м./мес.},$$

Продолжительность сооружения выработки, мес;

$$T = L / E_{\phi}, \quad (2.42)$$

где  $L$  - длина горной выработки, м.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$T = 1000 / 120 = 8,3 \text{ мес.},$$

## 2.3 Строительство транспортного уклона

### 2.3.1 Определение формы и расчет поперечного сечения

Форму поперечного сечения выработки выбираем таким образом, чтобы были минимизированы затраты на сооружение выработки и содержание её в рабочем состоянии на весь период эксплуатации. В техническом плане форма поперечного сечения выработки определяется величиной горного давления, устойчивостью пород, в которых проводится выработка, типом и конструкцией применяемой крепи.

Для транспортного уклона, длиной 1000 м, исходя из физико-механических свойств пород, применяем прямоугольно-сводчатую форму поперечного сечения выработки.

При транспортировании горной массы применяется следующее оборудование:

погрузочно-доставочная машина Того 1400D;

самосвал CAT AD45;

Самое крупногабаритное самоходное оборудование на руднике, которое передвигается по выработкам, является автосамосвал CAT AD-45. Его высота до загрузки составляет 2898 мм. Требования минимально допустимой ширины и высоты выработки – 4000 мм 4500 мм, соответственно. Таким образом, размеры выработок должны быть не менее 4м x 4,5м.

*Выполнение расчета по определению сечения:*

Высота стенки выработки от дорожного покрытия:

$$h_1 = H_{\text{св}} - h_c, \quad (2.43)$$

где  $H_{\text{св}}$  – минимальная высота по оси выработки в свету, мм;  $h_c$  – высота коробкового свода, мм.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

$$h_1 = 4598 - 1567 = 3031, \text{ мм}$$

Минимальная высота по оси выработки в свету:

$$H_{ce} = h + e + d_m, \quad (2.44)$$

где  $h$  – высота погрузочно-доставочного оборудования от дорожного покрытия, мм;  $e$  – минимальный зазор между выступающей частью машины и кровлей выработки или габаритом, подвешенным к кровле, мм;  $d_T$  – диаметр трубы или размер габарита, подвешенного к кровле выработки, мм.

$$H_{ce} = 2898 + 500 + 1200 = 4598 \text{ мм},$$

Высота стенки выработки от тротуара:

$$h_2 = h_1 - h_T, \quad (2.45)$$

где  $h_1$  – высота стенки выработки от дорожного покрытия, мм;  $h_T$  – толщина тротуара ( $h_T \geq 300$  мм).

$$h_2 = 3031 - 300 = 2731, \text{ мм}$$

Высота стенки выработки от дорожного покрытия должна быть не менее 1800 мм. Данное условие выполняется.

Высота стенки выработки от почвы:

$$h_3 = h_1 + h_{\text{п}}, \quad (2.46)$$

где  $h_{\text{п}}$  – толщина дорожного покрытия ( $h_{\text{п}} \geq 300$  мм).

$$h_3 = 3031 + 300 = 3331, \text{ мм}$$

Высота коробкового свода:

$$h_c = B/3, \quad (2.47)$$

где  $B$  – ширина выработки в свету, мм.

$$h_c = \frac{4700}{3} = 1567, \text{ мм}$$

Высота выработки в проходке при наличии крепи:

$$H = h_3 + h_c + d, \quad (2.48)$$

где  $d$  – толщина крепи, мм.

$$H = 3331 + 1567 + 150 = 5048$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Ширина выработки в свету:

$$B = a + A_m + b, \quad (2.49)$$

где  $a$ ,  $b$  – минимальные зазоры между выступающей частью машины и стенкой (крепью) выработки со стороны прохода людей и с противоположной стороны, соответственно, мм;  $A_m$ - ширина машины (САТ AD-45), мм.

$$B = 1200 + 3000 + 500 = 4700, \text{ мм}$$

Радиус осевой дуги коробкового свода:

$$R = 0,692 \cdot B, \quad (2.50)$$

$$R = 0,692 \cdot 4700 = 3252,4, \text{ мм}$$

Радиус боковой дуги коробкового свода:

$$r = 0,262 \cdot B, \quad (2.51)$$

$$r = 0,262 \cdot 4700 = 1231,4, \text{ мм}$$

Площадь поперечного сечения выработки в свету:

$$S_{CB} = B \cdot (h_1 + 0,26 \cdot B), \quad (2.52)$$

$$S_{CB} = 4,7 \cdot (3,03 + 0,26 \cdot 4,7) = 19,9, \text{ м}^2$$

Проектная площадь сечения выработки без крепи (вчерне):

$$S_{вч} = S_{CB} + B \cdot h_{II}, \quad (2.53)$$

$$S_{вч} = 19,9 + 4,7 \cdot 0,3 = 21,31, \text{ м}^2$$

Проектная площадь сечения выработки при наличии крепи (вчерне):

$$S_{вч} = B_1 \cdot (h_3 + 0,26 \cdot B_1), \quad (2.54)$$

где  $B_1$ - ширина выработки при наличии крепи, мм.

$$S_{вч} = 5 \cdot (3,33 + 0,26 \cdot 5) = 23,15, \text{ м}^2$$

Ширина выработки при наличии крепи:

$$B_1 = B + 2d, \quad (2.55)$$

$$B_1 = 4700 + 2 \cdot 150 = 5000, \text{ мм}$$

Периметр выработки в свету:

$$P = 2 \cdot h_1 + 2,33 \cdot B, \quad (2.56)$$

$$P = 2 \cdot 3031 + 2,33 \cdot 4700 = 17000, \text{ мм}$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Проектный периметр выработки вчерне:

$$P_{вч} = 2 \cdot h_3 + 2,33 \cdot B_1, \quad (2.57)$$

$$P_{вч} = 2 \cdot 3331 + 2,33 \cdot 5000 = 18300, \text{ мм}$$

По итогу расчетов, окончательно принимаем проектное сечение для транспортного уклона:

$$S_{св} = 22,2 \text{ м}^2 \text{ и } S_{вч} = 25,4 \text{ м}^2$$

### Проверка на скорость движения воздушной струи

Согласно правилам безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых, [4]:

*Статья 115.*

Максимальная скорость не должна превышать следующих норм:

- а) в очистных и подготовительных выработках - 4 м/с;
- б) в квершлагах, вентиляционных и главных откаточных штреках, капитальных уклонах 8 м/с;
- в) в остальных выработках - 6 м/с;
- г) в главных вентиляционных штреках – 10 м/с.

$$V_{\phi} = Q / S_{св}, \text{ м/с}$$

где ;  $Q$  – количество воздуха, проходящего по выработке,  $\text{м}^3$ ;

$$V_{\phi} = 160 / 22,2 = 7,2$$

Должно соблюдаться условие:  $V_{\phi} \leq V_{\max}$

$$7,2 \text{ м/с} \leq 8 \text{ м/с}$$

Т.о. сечение выработки полностью удовлетворяем [4] при разработке рудных месторождений подземным способом.

Сечение выработки представлено на рис. 2.6

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

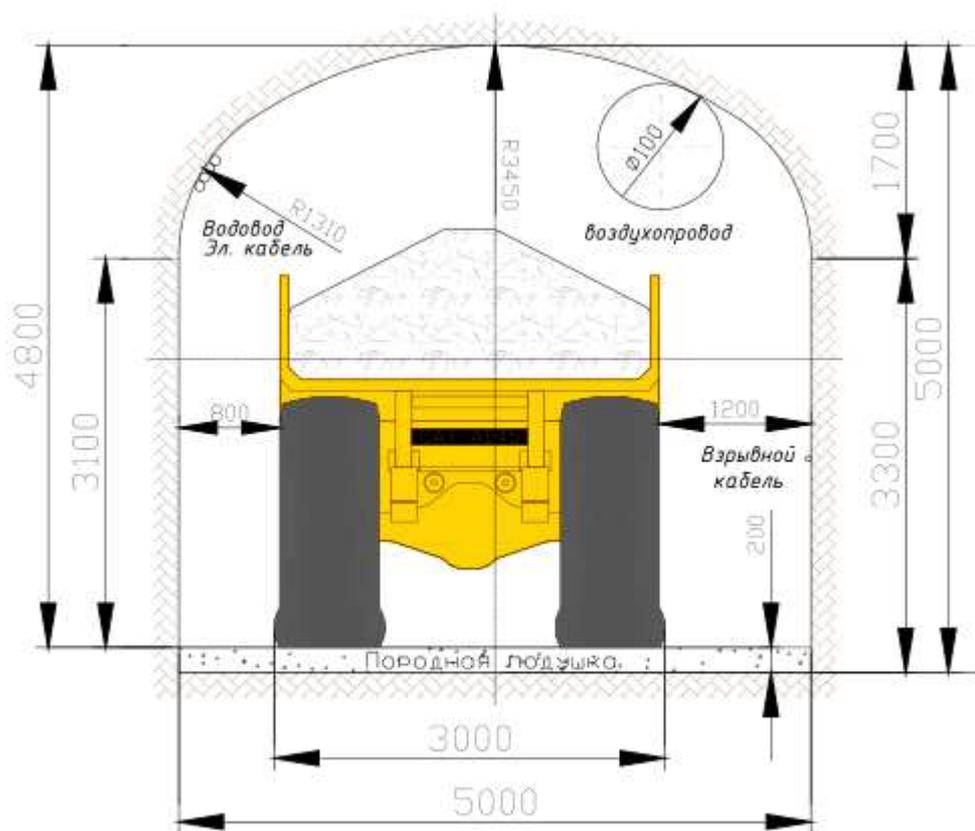


Рисунок. 2.6– Сечение выработки

### 2.3.2 Выбор и расчет крепи

Выработки будут пройдены в породах, представленных андезитами. Породы в основном неустойчивые, из-за сближения пологих трещин в кровле выработок и повышенной аргиллизации (глинизации) отдельных участков, склонны к заколообразованиям, пластовому отслоению вдоль пологих трещин в отдельности. В бортах выработок возможны «вывалы» отдельных блоков мощностью до 0,5 метра и даже более, что требует крепления анкерами с затяжкой борта металлической сеткой и металлическими пластинами. Тем не менее, необходимо провести расчет для определения используемого основного типа крепи на проектируемых выработках.

Предварительно необходимо определить расчетное сопротивление пород сжатию в массиве и расчетную глубину размещения выработки:

$$R_c = 66 \cdot 0,2 \cdot 1 = 13,2, \text{ Мпа}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Далее необходимо определить расчетную глубину размещения выработки. Расчетная глубина размещения выработки определяется с учетом отличия напряженного состояния данного массива горных пород от средних условий, принимавшихся при обобщении экспериментально-аналитических материалов, вне поля разгрузки и пригрузки массива горных пород в области ведения очистных выработок, положенных в основу настоящего свода правил.

Значение  $H_p$  определяют по значению фактической напряженности пород в массиве, включая значение коэффициента бокового давления  $\lambda$ . Для такой дифференцированной оценки исходного поля напряжений в массиве горных пород в конкретных условиях следует использовать современные данные геодинамического районирования и лабораторные методы определения коэффициента бокового давления пород в данном массиве на данной глубине, учитывающие геологические изменения в течение предшествующего времени, глубин залегания данных пород и пластов и другие геологические процессы.

Расчетную глубину  $H_p$  определяют по формуле:

$$H_p = 370 \cdot 1 = 370, \text{ м}$$

#### **Выбор типа крепи:**

Выбор типа и расчет параметров крепи следует производить в зависимости от категорий устойчивости пород с учетом степени воздействия очистных работ и других выработок.

В качестве критерия устойчивости пород следует принимать значение их смещений  $U$  на контуре поперечного сечения выработки за весь срок ее эксплуатации без крепи в соответствии с таблицей 2.2.

Отнесение выработки к той или иной категории устойчивости следует проводить по абсолютному значению максимальных смещений пород на

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

контуре поперечного сечения, которое определяют дифференцированно в кровле, почве и боках выработки.

Значение смещения  $U$  для горизонтальных и наклонных выработок, расположенных в осадочных и изверженных породах и вне зоны влияния очистных работ, следует определять по формуле:

$$U = 0,35 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 370 = 51,8, \text{ мм}$$

Породы по данным расчетам определены к II категории устойчивости.

СП 91.13330.2012 [1] рекомендует применять в выработках, расположенных вне зоны влияния очистных работ, следующий вид крепи: в породах II категории устойчивости – комбинированную из набрызгбетона толщиной не менее 50 мм и анкеров, рамную крепь из железобетонных стоек металлическими верхняками, податливую металлическую арочную крепь, анкер – металлическую комбинированную крепь, монолитную бетонную и сборную тубинговую железобетонную крепи;

Принимаем монолитную бетонную крепь.

### **Расчет монолитной бетонной крепи**

Принимаем марку бетона М400 с известковым наполнителем. Его характеристика представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Характеристики марки бетона М400

Марка бетона по прочности	Предельная прочность на сжатие, кгс/см <sup>2</sup>	Класс	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по морозостойкости	Марка по водонепроницаемости	Подвижность
М400	400	В30	2430	F300	W10	П2-П4

Для монолитной бетонной крепи по эмпирическим формулам рассчитывается ее толщина в замке свода, а затем по этой величине определяются толщина бетона в пяте свода, в стенках и в фундаменте.

Толщина крепи в замке свода

$$d_3 = 0.06 \cdot \sqrt{\frac{2 \times a}{h_c}} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{2 \times a}{f}}\right), \text{ м} \quad (2.58)$$

где  $2a$  - ширина выработки в свету, м

$h_c$  - высота свода в свету, м

$f$  - коэффициент крепости пород по шкале профессора М.М.

Протодяконова, в которых расположена выработка.

$$d_3 = 0.06 \cdot \sqrt{\frac{4,7}{1,567}} \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{4,7}{14}} \right) = 0,17 \text{ м}$$

Толщина крепи в пяте свода

$$d_{п} = (1,2 - 1,5) \cdot d_3, \text{ м} \quad (2.59)$$

$$d_{п} = 1,2 \cdot 0,17 = 0,2 \text{ м}$$

Толщина стен крепи

$$d_{ст} = (1,0 - 1,2) \times d_3, \text{ м} \quad (2.60)$$

$$d_{ст} = 1,2 \cdot 0,17 = 0,2 \text{ м},$$

Площадь выработки вчере составляет  $S_ч = 23,2 \text{ м}^2$ , в проходке  $S_{пр} = 25,5 \text{ м}^2$ .

Крепление монолитным бетоном представлено на рис. 2.7

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

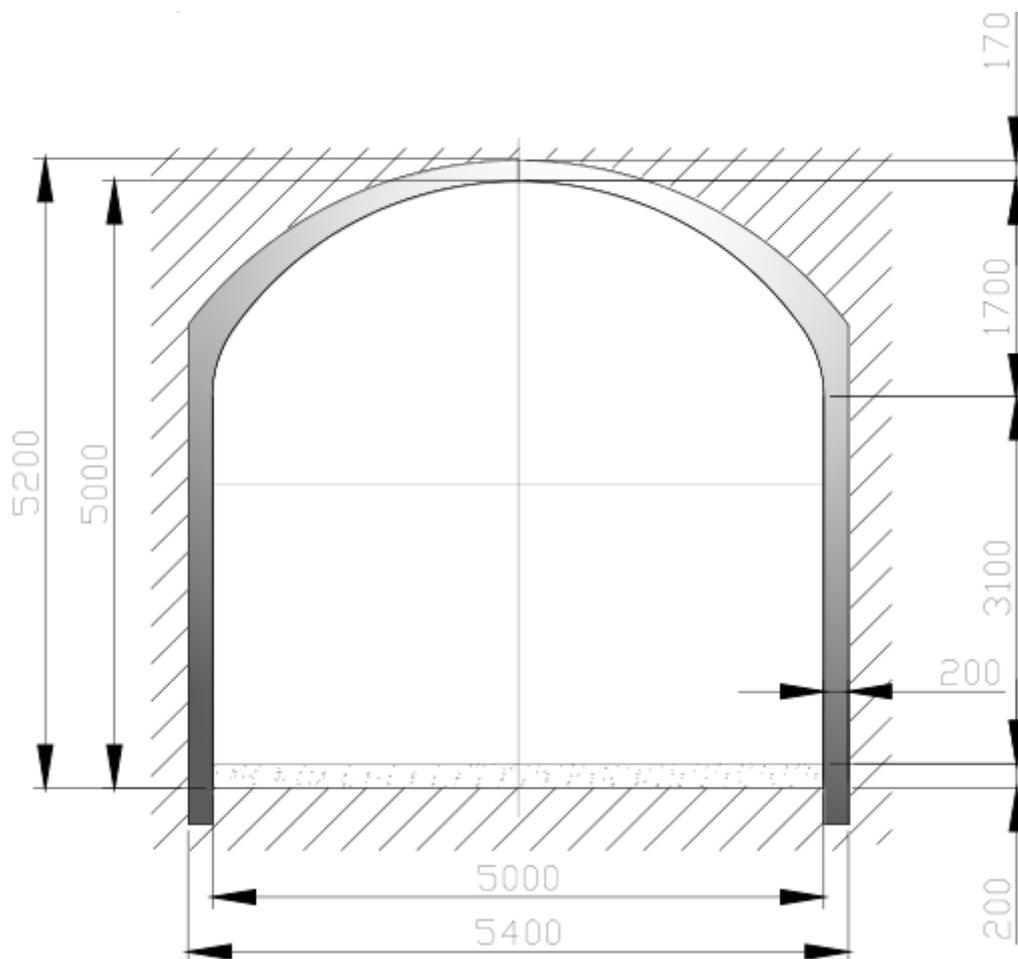


Рисунок 2.7– Монолитная бетонная крепь транспортного уклона

### 2.3.3 Расчет параметров буровзрывных работ

#### Выбор типа вруба

Для проходки выработки прямоугольно – сводчатой формы применяют прямой вруб. Число врубовых шпуров от двух до десяти. Рациональная глубина заходки 3,65 м. Длина врубовых шпуров 3,85 м.

Обуривание забоя осуществляется согласно паспорту БВР. Сначала бурятся врубовые шпуры, затем вспомогательные и оконтуривающие.

Вспомогательные шпуры предназначены для расширения полости, образованной взрывом зарядов врубовых шпуров. Заряды в этих шпурах взрывать сразу же после взрыва зарядов во врубовых шпурах. Вспомогательные шпуры располагают равномерно по площади забоя между врубовыми и оконтуривающими шпурами.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Оконтуривающие шпуров служат для отбойки горной массы до проектного контура поперечного сечения выработки. Располагаются они по периметру забоя выработки на расстояние 0,2-0,25 м от контура выработки. Заряд ВВ в них взрывают последними.

Полозовые шпуров служат для выравнивания полотна забоя. В процессе бурения положовые шпуров заливает водой и для предотвращения отказов ВВ и прострелов, шпуров заряжают аммонитом № 6ЖВ.

### Расчет параметров БВР

В качестве основного типа ВВ принимаем - “Игданит”. Его параметры: работоспособность (Р) = 330 см<sup>3</sup>, плотность заряжания (Δ) = 1,1 см<sup>3</sup>.

В качестве патрона-боевика принимаем Аммонит №6 ЖВ. Его параметры: d<sub>п</sub> = 32 мм; масса патрона – 230 г.; длина патрона – 200 мм.

Общее число шпуров в забое:

$$N = \frac{12,7 \cdot 1,56 \cdot 25,5}{1,1 \cdot 3,6^2 \cdot 0,6} = 59 \text{ шт}$$

Удельный расход ВВ:

$$q_{\text{ВВ}} = 0,1 \cdot 14 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,71 \cdot 0,93 = 1,56 \text{ кг/м}^3,$$

Коэффициент зажима

$$U = 6,5 / \sqrt{25,5} = 1,3.$$

Принимаем прямой вруб.

Число врубовых шпуров:

$$N_{\text{вр}} = (1,4 / 0,4) + 2 = 5,5 = 6 \text{ шт.}$$

Высота вруба

$$h_k = W_{\text{отб}} = 47 \cdot 0,036 \cdot \sqrt{\frac{1,1}{2,42 \cdot 0,93 \cdot 0,73}} = 1,4, \text{ м}$$

Число оконтуривающих шпуров

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$N_{ок} = 4,1\sqrt{25,6 \cdot 0,5} = 15 \text{ шт.}$$

Число вспомогательных шпуров

$$N_{вс} = 59 - 6 - 15 - 7 = 31 \text{ шт}$$

Проверка расчетного количества шпуров производится методом графического построения. При расположении шпуров учитывают удобство размещения бурового оборудования, а также расстояния между смежными шпурами и между смежными рядами шпуров.

Оконтуривающие шпуры, в зависимости от крепости пород, бурят на расстоянии 0,4-1,0 м один от другого.

Графическим способом получилось 61 шпур рис. 2.8.

Расчет комплексной нормы времени представлен в таблице 2.11.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

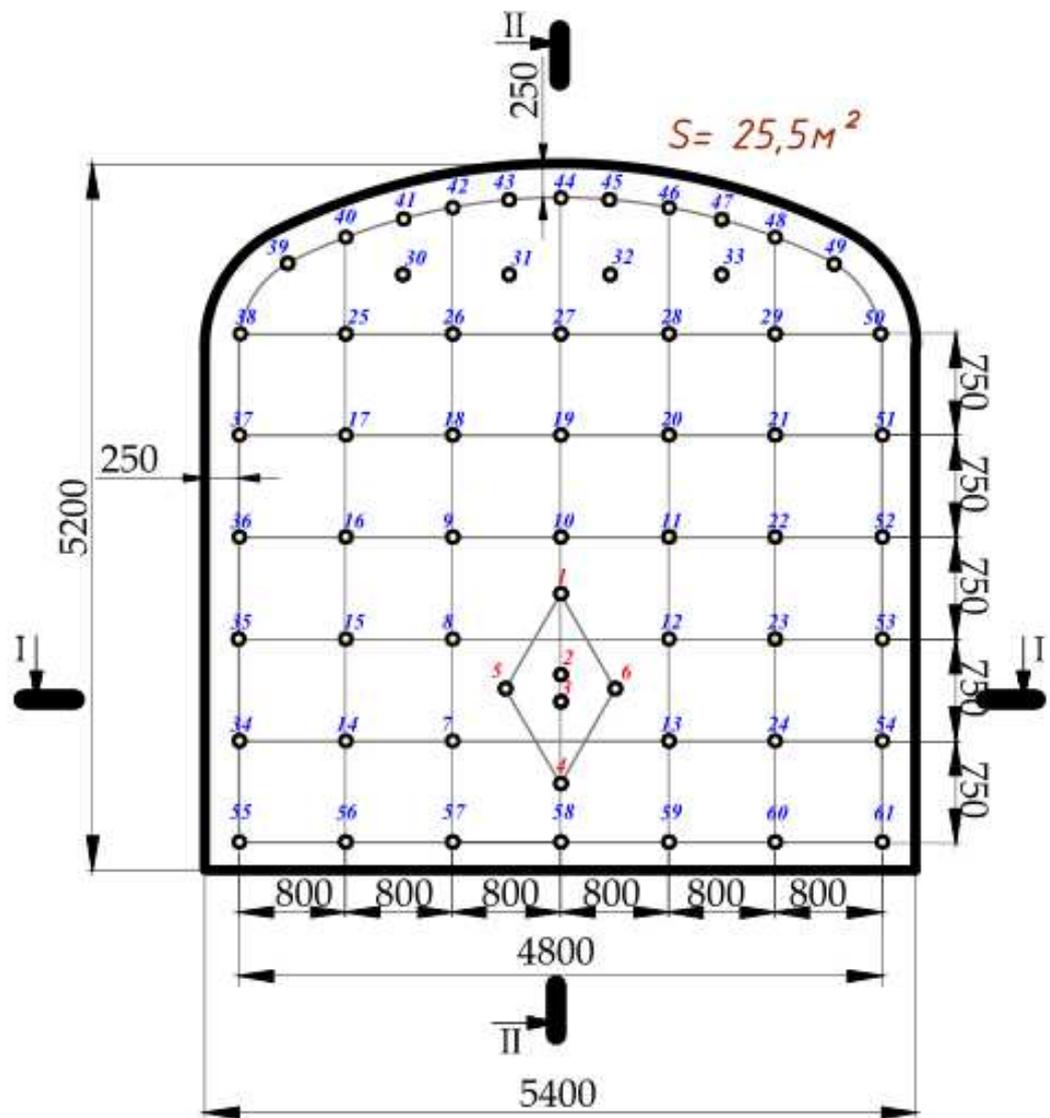


Рисунок 2.8 – Схема расположения шпуров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

63

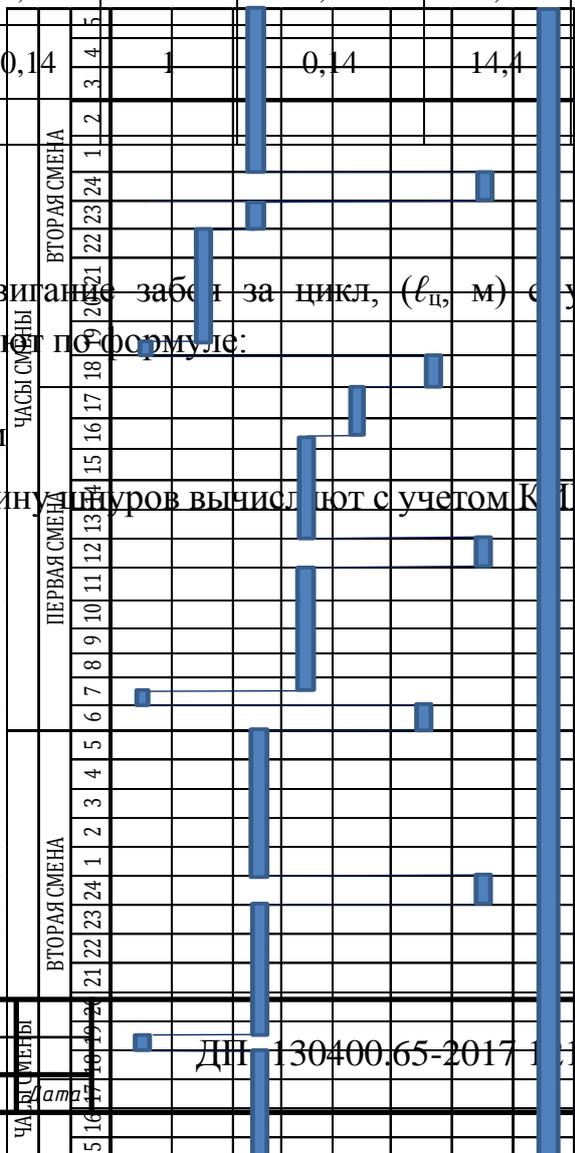
Таблица 2.11- Расчет комплексной нормы времени

Наименование процесса	Норма времени, (чел-час/ед.; маш-час/ед.)			Объем работ на 1 м выработки, (V <sub>i</sub> )м <sup>3</sup> , м <sup>2</sup>	Количество рабочих, чел	Трудозатраты по процессу, (T <sub>i</sub> ), чел-час/п.м.
	Табличная (H <sub>T</sub> )	Коэффициент сложности, k	Установленная (H <sub>y</sub> )			
Бурение, м	0,041	1	0,041	59,4	1	2,4
Зарядание, м	0,039	1	0,039	35,6	3	0,46
Погрузка, м <sup>3</sup>	0,042	:0,85	0,05	26,8	1	1,34
Укладка бетонной смеси пневмобетонукладчиком в стены	0,92	1	0,92	1,4		1,3
Укладка бетонной смеси пневмобетонукладчиком в свод	1,1	1	1,1	1,9		2,1
Установка кружал и опалубки стен,	0,33	1	0,33	9,6	3	1
Установка кружал и опалубки свода	0,51	1	0,51	4,8	3	0,8
Разборка опалубки, снятие кружал	0,14	1	0,14	14,4	3	0,67
<b>ИТОГО:</b>						<b>10,07</b>

Возможное подвигание забоя за цикл, (l<sub>ц</sub>, м) с учетом совмещения процессов, рассчитывается по формуле:

$$l_{ц} = (36-1)/10,07=3,5\text{м}$$

Требуемую глубину шуров вычисляют с учетом КПШ (η, доли ед.):



Таблица

2.12

Циклограмма

проходки

транспортного

ЧАСЫ СМЕНИ

ДП 130400.65-2017 100605

$$\ell_{\text{шп}} = \ell_{\text{ц}}/\eta = 3,5/0,96 = 3,65\text{м}$$

Максимальная длина штанги буровой установки AXERA 7-240 4915мм.

### Уточнение паспорта БВР

Определяем общий расчетный расход ВВ на цикл:

$$Q_p = 1,56 \cdot 25,5 \cdot 3,5 = 139,23 \text{ кг} .$$

Рассчитываем среднюю величину заряда в шпуре;

$$q_{\text{ср}} = 139,23/59 = 2,3\text{кг} .$$

Уточняем величину заряда ВВ в каждом шпуре. Для врубовых шпуров величину заряда принимаем на 15 – 20 % больше средней величины заряда, для вспомогательных (отбойных) шпуров – на 15 – 20 % меньше, а для оконтуривающих – около средней величины заряда.

Уточненный общий расход ВВ на цикл;

$$Q_{\phi} = 2,65 \cdot 6 + 1,95 \cdot 27 + 2,3 \cdot 28 = 132,95 \text{ кг} ,$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Таблица 2.13 – Параметры буровзрывных работ

Номера шпуров	Наименование шпуров	Длина шпура, м	Угол наклона шпура, град.	Величина заряда в шпуре, кг	Длина заряда, м	Длина недозаряда, м	Очередность взрывания
1-6	Врубовые	3,85	87	2,65	2,85	1	1
7-13	Отбойные 1	3,65	90	1,95	2,65	1	2
14-24	Отбойные 2	3,65	90	1,95	2,65	1	3
25-33	Отбойные 3	3,65	90	1,95	2,65	1	4
34-54	Оконтурирующие	3,65	87	2,3	2,65	1	5
55-61	Полозовые	3,65	87	2,3	2,65	1	6

### Расчет основных показателей БВР

К основным показателям БВР относят: объём горной массы, оторванной за взрыв; общий и удельный расход шпурометров, взрывчатых материалов, а также скорость и продолжительность сооружения выработки.

Объём горной массы, оторванной за взрыв;

$$V_{ц} = 25,5 \cdot 3,5 = 89,25 \text{ м}^3.$$

Расход шпурометров на цикл:

$$L_{ц} = 3,85 \cdot 6 + 3,65 \cdot 27 + 3,65 \cdot 28 = 223,85 \text{ м}.$$

Расход шпурометров на 1 пог.м выработки:

$$L_{1,м} = 223,85 / 3,5 = 63,9 \text{ м / м}.$$

Расход шпурометров на 1 м<sup>3</sup> выработки:

$$L_{1,м^3} = 223,85 / 89,25 = 2,5 \text{ м / м}^3,$$

Расход средств инициирования (СИ) определяется на цикл, на 1 м проходки выработки.

Расход электрических проводов при электрическом способе взрывания равен длине магистрального провода, повреждаемого разлетающимися кусками породы при взрыве (до 25 - 35 м).

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Фактическая месячная скорость проходки выработки, м/мес;

$$E_{\phi} = 3,5 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 0,33 = 69,3 \text{ м./мес.},$$

Продолжительность сооружения выработки, мес;

$$T = 1000 / 69,3 = 14,4 \text{ мес},$$

Таблица 2.14 – Основные показатели буровзрывных работ

Наименование показателя				Значение
Сечение выработки в проходке, м <sup>2</sup>				25,5
Длина выработки, м				1000
Количество шпуров на цикл, шт.				61
Глубина шпуров в комплекте, м				223,85
Коэффициент использования шпура, доли ед.				0,96
Подвигание забоя за взрыв, м				3,5
Объём горной массы оторванной за взрыв, м <sup>3</sup>				89,25
Расход шпурометров, м:				
на цикл				223,85
на 1 пог.м выработки				63,9
на 1 м <sup>3</sup>				2,5
Расход ВВ, кг:на цикл				132,95
на 1 пог.м выработки				38
на 1 м <sup>3</sup>				1,5
Расход СИ: на цикл	Аммонит №6ЖВ, кг	ДША,м	Искра-Ш, шт	Эл.детонатор
	14	4	61	1
на 1 пог.м выработки	4	1,14	17,4	0,28
Месячная скорость проходки выработки, м/мес.			69,3	
Продолжительность сооружения выработки, мес.			14,4	

### 3 Вентиляция

#### 3.1 Расчет вентиляции для вентиляционного уклона

В зависимости от схемы движения свежего и загрязненного воздуха, длины проведения тупиковой выработки, обильности газовыделения выделяют нагнетательный, всасывающий и комбинированный способы проветривания.

Принимаем комбинированный способ проветривания, так как он применяется в выработках длиной больше 300м.

Конец трубопровода должен отстоять от забоя не более чем на 8 м. Трубопровод работает под избыточным внешним давлением, поэтому могут использоваться только жесткие вентиляционные трубы. Всасывающий вентилятор устанавливается по направлению основной вентиляционной струи и на расстоянии не менее 10 м от устья проветриваемой выработки.

Количество воздуха для проветривания забоя горной выработки при ее проходке рассчитывается в обязательном порядке по всем факторам, присущим условиям проведения выработки. Расчет ведется на количество ВВ, взрываемого за один прием (по газам ВВ); на обеспечение выноса пыли, образующейся в забое (по выносу пыли); на число людей, одновременно находящихся в выработке (по людям); на выделение метана (по газам); на мощность двигателя внутреннего сгорания, при использовании на проходке самоходного оборудования (по выхлопам ДВС); по тепловому фактору и пр. Для последующих расчетов по выбору вентилятора принимается наибольшее из полученных значений необходимого расхода воздуха.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

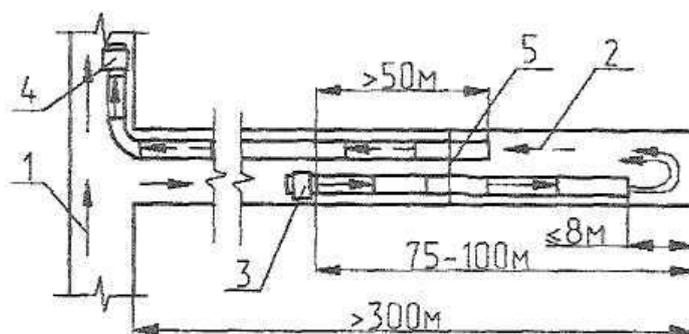


Рисунок 3.1 – Комбинированная схема проветривания:

1 - свежая струя и свежий воздух; 2 – исходящая струя и испорченный воздух; 3 – нагнетательный вентилятор; 4 – всасывающий вентилятор; 5 – перегородка

### Расчет количества воздуха по газам ВВ

Суммарное количество воздуха, необходимое для разжижения и выноса вредных газов, образующихся после взрывных работ, определяется по формуле;

$$Q = Q_{BB1} + Q_{BB2} + \dots + Q_{BBn}, \quad (3.1)$$

$$Q = 410,7 = 410,7 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

где 1, 2, n - выработки, в которых в течение смены производятся взрывные работы одновременно, шт.;

$Q_{BB}$  - количество воздуха, которое необходимо подавать в каждую выработку, м<sup>3</sup>/мин.

Для всасывающего способа проветривания количество воздуха, которое необходимо подавать в каждую выработку ( $Q_{BB}$ ; м<sup>3</sup>/с), рассчитывается по формуле В.Н. Воронина;

$$Q_{BB}^H = \frac{2,25 \cdot S_{св}}{60 \cdot t} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot L^2 \cdot b \cdot \varpi}{S_{св} \cdot K_y^2}}, \quad (3.2)$$

$$Q_{BB}^H = \frac{2,25 \cdot 25}{60 \cdot 30} \cdot \sqrt{\frac{187,5 \cdot 1000^2 \cdot 40 \cdot 0,8}{25 \cdot 1^2}} = 484 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

где  $A$  - количество одновременно взрываемого ВВ в выработке, кг;  $S_{св}$  - площадь поперечного сечения выработки в свету  $m^2$ ;  $L$  - длина выработки, м;  $b$  - Объем вредных газов, образующихся при взрыве 1 кг ВВ, л/кг(при взрывании по породе  $b = 40$ , при взрывании по углю  $b=100$ );  $t$  - нормальное время проветривания выработки, мин ( $t < 30$ );  $\varpi$  - коэффициент, учитывающий обводненности выработки, доли ед. (для сухих выработок  $\varpi = 0,8$ , для влажных  $\varpi = 0,6$ , для выработок, проводимых по водоносным породам или с применением водяных заслонов  $\varpi = 0,3$ );  $K_y$  - коэффициент утечек воздуха из трубопроводов, доли ед.

Значения коэффициента утечек воздуха для жесткого трубопровода ( $K_{y.жс}$ ) определяются по формуле;

$$K_{y.жс} = \left( \frac{K_{y\delta} \cdot d_{mp}}{3} \cdot \frac{L_{mp}}{l_3} \sqrt{R_{mp.жс} + 1} \right)^2, \quad (3.3)$$

$$K_{y.жс} = \left( \frac{0,001 \cdot 1}{3} \cdot \frac{1000}{5} \sqrt{0,0013 + 1} \right)^2 = 1,$$

где  $K_{y\delta}$  - коэффициент удельной стыковой проницаемости (при уплотнении стыков резиновыми прокладками  $K_{y\delta} = 0,001-0,006$ , резиновыми прокладками и пропитанным пеньковым жгутом -  $K_{y\delta} = 0,0004$ , резиновыми прокладками с обмазкой синтетическими мастиками -  $K_{y\delta} = 0,0002$ );  $d_{mp}$  - диаметр трубопровода, м;  $L_{mp}$  - длина трубопровода, м;  $l_3$  - длина звена трубопровода, м;

$R_{mp.жс}$  - аэродинамическое сопротивление жесткого трубопровода,  $H = m^2/c^8$  (кμ);

$$R_{mp.жс} = \frac{6,5 \cdot \alpha \cdot L_{mp}}{d_{mp}^5}, \quad (3.4)$$

$$R_{mp.жс} = \frac{6,5 \cdot 0,00035 \cdot 1000}{1^5} = 0,0013 H \cdot m^2 / c^8,$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

где  $\alpha$  - коэффициент аэродинамического сопротивления трубопровода, доли ед.

*Расчет количества воздуха по выносу пыли.*

Устанавливается количество подаваемого воздуха для обеспечения скорости его движения по выработке, способствующей качественному выносу пыли из призабойного пространства и из выработки, м<sup>3</sup>/мин;

$$Q_{ВП} = 60 \cdot S_{св} \cdot V_{\min}, \quad (3.5)$$

$$Q_{ВП} = 60 \cdot 25 \cdot 0,4 = 600 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

где  $V_{\min}$  - минимальная скорость воздуха по качественному выносу пыли, м/с ( $V_{\min} = 0,4-0,6$ );

*Расчет количества воздуха по людям*

Расчет ведется на наибольшее число людей в забое, м<sup>3</sup>/мин;

$$Q_{чел} = 6 \cdot n, \quad (3.6)$$

$$Q_{чел} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

где  $6$  - норма подачи воздуха на одного человека, м<sup>3</sup>/мин;  $n$  - максимальное количество людей, одновременно находящихся в забое, чел.

*Количество воздуха по разжижению выхлопов ДВС*

Количество воздуха ( $Q_{ДВС}$ , м<sup>3</sup>/мин) определяют по формуле;

$$Q_{ДВС} = q \cdot W, \quad (3.7)$$

$$Q_{ДВС} = 6,8 \cdot 380 = 2584 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

где  $q$  - норма подачи воздуха на 1 кВт мощности ДВС, м<sup>3</sup>/мин ( $q = 6,8$ );

$W$  - суммарная мощность всех двигателей внутреннего сгорания, одновременно работающих в забое машин, кВт.

*Выбор вентилятора.* Для надежного проветривания тупиковой выработки необходимо выбрать вентилятор с такой производительностью

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

( $Q_B$ , м<sup>3</sup>/мин) и с таким напором ( $h_в$ , Па), которые с учетом утечек в трубопроводе и его сопротивлением обеспечат подачу в забой требуемого количества воздуха.

Дебит вентилятора должен составлять;

$$Q_B = Q_{max} \cdot K_y,$$

(3.8)

$$Q_B = 2584 \cdot 1 = 2584 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

где  $Q_{max}$  — наибольшее из полученных значений необходимого расхода воздуха, рассчитанных по вышеприведенным факторам, м<sup>3</sup>/мин.

Депрессия вентилятора при работе на жесткий трубопровод, Па;

$$h_{B/\Gamma} = Q_B^2 \cdot R_{тр.ж} / K_{y.ж}, \quad (3.9)$$

$$h_{B/\Gamma} = 2584^2 \cdot 0,0013 / 1 = 8680 \text{ Па}.$$

Для проветривания выработки принимаем два вентилятора Alphair.

4500.

Таблица 3.1-Технические характеристики вентилятора Alphair 4500-VAX-2700 (ВМП)

№ п/п	Наименование характеристики	Показатель
1	Номинальный диаметр рабочего колеса, мм	1143
2	Число ступеней, шт.	1
3	Количество лопаток, шт.	16
4	Номинальная производительность, м <sup>3</sup> /с	24,8
5	Номинальный напор, мм вод. ст.	241
6	Мощность двигателя, л.с.	100
7	Номинальные обороты, об/мин.	1780
8	Напряжение, В	460

### 3.2 Расчет вентиляции для транспортного уклона

#### *Расчет количества воздуха по газам ВВ*

Суммарное количество воздуха, необходимое для разжижения и выноса вредных газов, образующихся после взрывных работ, определяется по формуле;

$$Q = 410,7 = 410,7 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

Для всасывающего способа проветривания количество воздуха, которое необходимо подавать в каждую выработку ( $Q_{ВВ}$ ;  $\text{м}^3/\text{с}$ ), рассчитывается по формуле В.Н. Воронина;

$$Q_{ВВ}^H = \frac{2,25 \cdot 22,2}{60 \cdot 30} \cdot \sqrt{\frac{132,95 \cdot 1000^2 \cdot 40 \cdot 0,8}{22,2 \cdot 1^2}} = 384,15 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

Значения коэффициента утечек воздуха для жесткого трубопровода ( $K_{у.жс}$ ) определяются по формуле;

$$K_{у.жс} = \left( \frac{0,001 \cdot 1}{3} \cdot \frac{1000}{5} \sqrt{0,0013 + 1} \right)^2 = 1,$$

$$R_{тр.жс} = \frac{6,5 \cdot 0,00035 \cdot 1000}{1^5} = 0,0013 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^8,$$

#### *Расчет количества воздуха по выносу пыли.*

Устанавливается количество подаваемого воздуха для обеспечения скорости его движения по выработке, способствующей качественному выносу пыли из призабойного пространства и из выработки,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$$Q_{ВП} = 60 \cdot 22,2 \cdot 0,4 = 532,8 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

#### *Расчет количества воздуха по людям*

Расчет ведется на наибольшее число людей в забое,  $\text{м}^3/\text{мин}$ ;

$$Q_{чел} = 6 \cdot 2 = 12 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

#### *Количество воздуха по разжижению выхлопов ДВС*

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Количество воздуха ( $Q_{\text{ДВС}}$ , м<sup>3</sup>/мин) определяют по формуле;

$$Q_{\text{ДВС}} = 6,8 \cdot 380 = 2584 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

*Выбор вентилятора.* Для надежного проветривания тупиковой выработки необходимо выбрать вентилятор с такой производительностью ( $Q_B$ , м<sup>3</sup>/мин) и с таким напором ( $h_B$ , Па), которые с учетом утечек в трубопроводе и его сопротивлением обеспечат подачу в забой требуемого количества воздуха.

Дебит вентилятора должен составлять;

$$Q_B = 2584 \cdot 1 = 2584 \text{ м}^3 / \text{мин},$$

Депрессия вентилятора при работе на жесткий трубопровод, Па;

$$h_{B/\Gamma} = 2584^2 \cdot 0,0013 / 1 = 8680 \text{ Па}.$$

Для проветривания выработки принимаем два вентилятора Alphair.  
4500.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

## 4 Подземный транспорт

### 4.1 Расчет подземного транспорта для вентиляционного уклона

Эксплуатационный расчет погрузочно-транспортных и самоходных транспортных машин сводится к определению их технической и эксплуатационной производительностей, числа транспортных машин, обеспечивающих бесперебойное транспортирование руды из одного или нескольких забоев, а также: к тяговому расчету машин.

Таблица 4.1 Исходные данные

Продолжительность смены, ч.	10
Погрузочная машина	Toro 1400D
Автосамосвал	CAT AD45
Угол уклона наклонного съезда, град.	15
Покрытие транспортных выработок	Бетонное
Длина транспортирования ПДМ, м.	150
Длина транспортирования Автосамосвалом, м	1870
Рабочих дней в году	365
Продолжительность смены, ч.	10
Количество смен в сутки	2

Эксплуатационная производительность (т/ч) погрузочно-транспортной машины Toro 1400D

$$Q_s = \frac{3600 \cdot V \cdot k_3 \cdot \gamma}{t_{\text{погр}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{раз}}} = \frac{3600 \cdot 5,4 \cdot 0,8 \cdot 2,42}{72 + 190 + 20} = 133,5 \text{ т/ч}, \quad (4.1)$$

где  $V$  — вместимость грузонесущего органа (кузова или ковша),  $\text{м}^3$ ;  $t_{\text{погр}}$ ,  $t_{\text{дв}}$ ,  $t_{\text{раз}}$  — время соответственно загрузки грузонесущей емкости, движения машины от забоя до пункта разгрузки и обратно, разгрузки, с;  $k_3$  — коэффициент заполнения ковша ( $k_3 = 0,74 \div 0,8$ ).

Техническая характеристика погрузочно-доставочной машины Toro 1400D приведена в таблице 4.2.

Время загрузки (с) для машин с грузонесущим ковшом (типа Toro 1400D)

$$t_{\text{погр}} = \xi \cdot t_{\text{ц}} \cdot k_{\text{ман}} = 1,2 \cdot 50 \cdot 1,2 = 72 \text{ с}, \quad (4.2)$$

где  $\zeta = 1,15 \div 1,2$  — коэффициент, учитывающий время, затрачиваемое на разборку негабарита в забое;  $t_{ц} = 50$  с — время цикла черпания грузонесущим ковшом;  $k_{ман} = 1,2$  — коэффициент, учитывающий время, затрачиваемое на маневры машины в забое.

Время движения машины (с)

$$t_{об} = \frac{L}{k_{с.х}} \cdot \left( \frac{1}{v_{зр}^{-1}} + \frac{1}{v_{пор}^{-1}} \right) = \frac{150}{0,6} \cdot \left( \frac{1}{2,2} + \frac{1}{3,3} \right) = 190 \text{ с}, \quad (4.3)$$

где  $L$  — длина транспортирования, м;  $v_{зр}$ ,  $v_{пор}$  — скорость движения соответственно грузовой и порожней машины, м/с;  $k_{с.х} = 0,6$  — коэффициент среднеходовой скорости движения.

Время разгрузки машины  $t_{раз} = 15 \div 20$  с.

Таблица 4.2 - Техническая характеристика погрузочно-доставочной машины Toro 1400D

Параметры	Значение
Грузоподъемность, т	14
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	5,4
Мощность привода, кВт	243
Габариты, мм:	
длина	10508
ширина	2760
высота (по кабине)	2540
Масса, т	33,7

Сменная эксплуатационная производительность Toro 1400D (т)

$$Q_{см} = Q_{э} \cdot T_{см} \cdot k_{и} = 133,5 \cdot 10 \cdot 0,7 = 934,5 \text{ т}, \quad (4.4)$$

где  $T_{см}$  — длительность смены, ч;  $k_{и} = 0,7 \div 0,8$  — коэффициент внутрисменного использования машины, учитывающий подготовительно-заключительные операции, заправку машины, перегон к месту работы и другие операции, не связанные с основной работой по погрузке и транспортированию.

Эксплуатационная сменная производительность (т) одной транспортной машины (автосамосвала)

$$Q_{см} = \frac{60 \cdot T_{см} \cdot V_{куз} \cdot k_3 \cdot \gamma \cdot k_{и}}{t_p \cdot k_n} = \frac{60 \cdot 10 \cdot 21,3 \cdot 0,8 \cdot 2,42 \cdot 0,8}{54,8 \cdot 1,25} = 288,9 \text{ т} \quad (4.5)$$

где  $k_n$  — коэффициент неравномерности грузопотока (при отсутствии аккумулирующей емкости  $k_n = 1,5$ , при наличии -  $k_n = 1,25$ , при транспортировании горной массы из проходческого забоя  $k_n = 2$ );  $k_{и} = 0,7 \div 0,8$  — коэффициент использования машины.

Продолжительность (мин) одного рейса транспортной машины

$$t_p = t_{погр} + t_{дв} + t_{раз} + t_{м.з} + t_{м.р} + t_{разм} = 4,7 + 40,5 + 0,7 + 0,3 + 0,6 + 8 = 54,8 \text{ мин} \quad (4.6)$$

Таблица 4.3 - Технические характеристики TORO 40

Модель машины	Грузоподъемность, т	Мощность привода, кВт	Скорость максимальная, км/ч	Габариты, мм			Масса, т
				длина	ширина	высота	
CAT AD 45	45	380	41,7	10660	3000	2700	40

Продолжительность (мин) погрузки машины

$$t_{погр} = \frac{V_{куз} \cdot k_{з.к} \cdot t_{ц} \cdot k_{ман} \cdot \zeta}{60 \cdot V_k \cdot k_3} = \frac{21,3 \cdot 0,8 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{60 \cdot 5,4 \cdot 0,8} = 4,7 \text{ мин} \quad (4.7)$$

где  $V_{куз}$  — вместимость кузова, м<sup>3</sup>;  $k_{з.к}$  -коэффициент загрузки кузова.

Продолжительность (мин) движения машины в грузовом и порожняковом направлениях

$$t_{дв} = \frac{60L'}{k_{с.х}} \cdot \left( \frac{1}{v_{гр}^{-1}} + \frac{1}{v_{пор}^{-1}} \right) = \frac{60 \cdot 1,9}{0,75} \cdot \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{15} \right) = 40,5 \text{ мин} \quad (4.8)$$

Скорость (км/ч) движения в грузовом  $v_{гр}$  и порожняковом  $v_{пор}$  направлениях определяется либо принятием значений согласно практическим данным, либо по тяговым характеристикам двигателей машин. Коэффициент, учитывающий среднеходовую скорость движения,

принимается в зависимости от длины транспортирования: при  $L' < 0,3$  км  $k_{c.x} = 0,6$ ; при  $L' > 0,3$  км  $k_{c.x} = 0,75$ .

Время разгрузки зависит от конструктивного исполнения кузова транспортной машины: для автосамосвалов с опрокидным кузовом  $t_{раз} = 0,7$  мин. Продолжительность (мин) маневров в забое  $t_{м.з.}$  и у мест разгрузки  $t_{м.р.}$  зависит от конкретных условий эксплуатации транспортных машин и определяется хронометражными наблюдениями.

При движении нескольких машин в однополосной транспортной выработке продолжительность (мин) ожидания машины на разминовках

$$t_{разм} = n_{разм} \cdot t_1 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ мин} \quad (4.9)$$

где  $n_{разм}$  - число разминок;  $t_1 = 2$  мин — продолжительность ожидания на разминке.

Расчетное число рабочих транспортных машин на эксплуатируемом участке

$$n_{погр} = Q_1 / Q_{см} = 754 / 934,5 = 1 \text{ шт}, \quad (4.10)$$

$$n_{автосам} = Q_1 / Q_{см} = 754 / 289 = 3 \text{ шт},$$

где  $Q_1$  — сменная производительность участка, т.

Инвентарное число машин с учетом машин, находящихся в резерве и ремонте.

$$n_{ин(погр)} = k_p \cdot \sum n = 1,3 \cdot 1 = 2 \text{ шт}. \quad (4.11)$$

$$n_{ин(автосам)} = k_p \cdot \sum n = 1,3 \cdot 3 = 4 \text{ шт}.$$

где  $n_{ин}$  - общее число однотипных транспортных машин, работающих на всех участках;

$k_p$  — инвентарный коэффициент, учитывающий число машин в резерве и ремонте, принимаемый в зависимости от режима работы транспорта и категорий транспортных выработок. При двухсменном режиме работ  $k_p = 1,25 \div 1,3$  при трехсменном —  $k_p = 1,4 \div 1,5$

Сменный пробег рабочих машин (км)

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

$$L_{\text{см}} = \frac{Q_1}{Q_{\text{см}}} \cdot (L_{\text{гр}} + L_{\text{пор}}) \cdot k_x \cdot n_{\text{а/сам-в}} = \frac{754}{289} \cdot (1,9 + 1,9) \cdot 1,25 \cdot 3 = 37 \text{ км} \quad (4.12)$$

где  $k_x = 1,1 \div 1,25$  — коэффициент, учитывающий холостой пробег машины на заправку, к пунктам обслуживания и т. д.

Тяговый расчет транспортной машины включает в определение силы тяги при движении, предельного уклона, преодолеваемого машиной, тормозного пути, расхода горючего.

Сила тяги автосамосвала

$$F = (G + G_0) \cdot g \cdot (\omega_0 \pm i + \omega_{\text{кр}} + 108a), \quad (4.13)$$

$$F = (40 + 45) \cdot 9,8 \cdot (25 + 105 + 0,05 + 108 \cdot 0,5) = 153314 \text{ Н},$$

где  $G_0$  и  $G$  — масса соответственно машины и груза, т;  $\omega_0$  — основное удельное сопротивление движению машины, значение которого принимают в зависимости от типа подземной дороги, Н/кН (25 — для дорог с бетонным покрытием; 40 — для щебеночных дорог с битумной пропиткой; 80 ÷ 100 — для дорог без покрытия, с зачисткой; 150 ÷ 180 — для незащищенной почвы;  $\omega_{\text{кр}} = (0,05 \div 0,08)$ ;  $\omega_0$  — дополнительное сопротивление движению на криволинейных участках, Н/кН;  $i$  — удельное сопротивление на уклоне, принимаемое в зависимости от реального уклона,  $i = 0,105$  (105‰), что

соответствует углу наклона выработки  $\beta = 6^\circ$ ;  $a = 0,44 \div 0,5 \text{ м/с}^2$  — ускорение трогания.

Максимальная сила тяги ( $H$ ) по условию сцепления ведущих колес машины с дорогой:

$$F_{\text{max}} = 1000 \cdot P_{\text{сц}} \cdot \psi = 1000 \cdot 500 \cdot 0,4 = 200000 \text{ Н} \quad (4.14)$$

Сцепной вес  $P_{\text{сц}}$  (кН) машины при всех ведущих колесах равен общему весу машины, а при двух ведущих колесах:

$$P_{\text{сц}} = 0,6(G + G_0) \cdot g = 0,6 \cdot (45 + 40) \cdot 9,8 = 500 \text{ кН}. \quad (4.15)$$

Максимальная сила тяги ( $H$ ) ограничивается по мощности двигателя:

$$F_{\text{max}} = \frac{3600 \cdot N}{v} \cdot \eta_m \cdot \eta_k = \frac{3600 \cdot 380}{6} \cdot 0,75 \cdot 0,95 = 194940 \text{ Н} \quad (4.16)$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

где  $N$  — мощность двигателя машины, кВт;  $v$  — скорость автомобиля, км/ч;  $\eta_m = 0,72 \div 0,75$  — КПД гидромеханической трансмиссии;  $\eta_k = 0,95$  — КПД колеса.

Так как  $F_{max} > F$ , машина может перемещаться на данном уклоне.

Скорость машины (км/ч) зависит от развиваемого в конкретных условиях тягового усилия:

$$v = \frac{3600 \cdot N}{F} \cdot \eta_m \cdot \eta_k = \frac{3600 \cdot 380}{153314} \cdot 0,75 \cdot 0,95 = 6 \text{ км/ч} \quad (4.17)$$

Предельный продольный уклон (%), преодолеваемый машиной при трогании на подъем,

$$i = \frac{F_{max}}{(G + G_0) \cdot g} - (\omega_0 + 108a) = \frac{194940}{(45 + 40) \cdot 9,8} - (25 + 108 \cdot 0,5) = 140 \% \quad (4.18)$$

Значения предельного уклона для основного и вспомогательного самоходного транспорта выбирают в соответствии с Общесоюзными нормами технологического проектирования подземного транспорта горно-добывающих предприятий (табл. 4.4).

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Таблица 4.4 - Продольный уклон  $i$ , преодолеваемый основным и вспомогательным самоходным транспортом.

Наименование и назначение транспортных выработок	$i$ , %	
	нормальны й	Максимальный на коротких участках
Основные для транспортирования горной массы по горизонтам	17	70
Главные автотранспортные уклоны для транспортирования горной массы на поверхность:		
для грузового и двухстороннего движения	105	141
для порожнякового движения	141	176
Вспомогательные автотранспортные уклоны:		
для перевозки людей, оборудования и материалов	141	176
для движения машин со всеми ведущими осями	176	213
Вспомогательные заезды на подэтажи для передвижения машин с грузом только своим ходом	213	268

Тормозной путь – расстояние, пройденное машиной от начала торможения до полной остановки, определяют исходя из условия, что при торможении кинетическая энергия движущейся машины поглощается работой сил сопротивления на пути торможения.

Полная длина тормозного пути (м),

$$L_n = \frac{k_{ин} \cdot v_n^2}{254 \cdot (\psi + \omega_0 \pm i)} + \frac{v_n \cdot t_p}{3,6} = \frac{1,03 \cdot 6^2}{254 \cdot (0,4 + 0,4 - 0,105)} + \frac{6 \cdot 0,6}{3,6} = 1,2 \text{ м} \quad (4.19)$$

где  $k_{ин}$  — коэффициент инерции вращающихся масс для машин с гидромеханической передачей (в режиме движения с грузом  $k_{ин} = 1,03 \div 1,01$ , в режиме движения порожняком  $k_{ин} = 1,085 \div 1,07$ );  $v_n$  — скорость движения машины в начале торможения, км/ч.

## 4.2 Расчет подземного транспорта для транспортного уклона

Таблица 4.5 Исходные данные:

Продолжительность смены, ч.	10
Погрузочная машина	Toro 1400D
Автосамосвал	CAT AD45
Угол уклона наклонного съезда, град.	15
Покрытие транспортных выработок	Бетонное
Длина транспортирования ПДМ, м.	150
Длина транспортирования Автосамосвалом, м	2700
Рабочих дней в году	365
Продолжительность смены, ч.	10
Количество смен в сутки	2

Эксплуатационная производительность (т/ч) погрузочно-транспортной машины Toro 1400D

$$Q_3 = \frac{3600 \cdot V \cdot k_3 \cdot \gamma}{t_{\text{погр}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{раз}}} = \frac{3600 \cdot 5,4 \cdot 0,8 \cdot 2,42}{72 + 190 + 20} = 133,5 \text{ т/ч}$$

Время загрузки (с) для машин с грузонесущим ковшом (типа Toro 1400D)

$$t_{\text{погр}} = \xi \cdot t_{\text{ц}} \cdot k_{\text{ман}} = 1,2 \cdot 50 \cdot 1,2 = 72 \text{ с}$$

Время движения машины (с)

$$t_{\text{дв}} = \frac{L}{k_{\text{с.х}}} \cdot \left( \frac{1}{v_{\text{сп}}^{-1}} + \frac{1}{v_{\text{пор}}^{-1}} \right) = \frac{150}{0,6} \cdot \left( \frac{1}{2,2} + \frac{1}{3,3} \right) = 190 \text{ с}$$

Время разгрузки машины  $t_{\text{раз}} = 15 \div 20 \text{ с}$ .

Сменная эксплуатационная производительность Toro 1400D (т)

$$Q_{\text{см}} = Q_3 \cdot T_{\text{см}} \cdot k_{\text{и}} = 133,5 \cdot 10 \cdot 0,7 = 934,5 \text{ т}$$

Эксплуатационная сменная производительность (т) одной транспортной машины (автосамосвала)

$$Q_{\text{см}} = \frac{60 \cdot T_{\text{см}} \cdot V_{\text{куз}} \cdot k_3 \cdot \gamma \cdot k_{\text{и}}}{t_{\text{р}} \cdot k_{\text{н}}} = \frac{60 \cdot 10 \cdot 21,3 \cdot 0,8 \cdot 2,42 \cdot 0,8}{71,9 \cdot 1,25} = 220 \text{ т}$$

Продолжительность (мин) одного рейса транспортной машины

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

$$t_p = t_{\text{погр}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{раз}} + t_{\text{м.з}} + t_{\text{м.р}} + t_{\text{разм}} = 4,7 + 57,6 + 0,7 + 0,3 + 0,6 + 8 = 71,9 \text{ мин}$$

Продолжительность (мин) погрузки машины

$$t_{\text{погр}} = \frac{V_{\text{куз}} \cdot k_{\text{з.к}} \cdot t_{\text{ц}} \cdot k_{\text{ман}} \cdot \zeta}{60 \cdot V_{\text{к}} \cdot k_{\text{з}}} = \frac{21,3 \cdot 0,8 \cdot 50 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{60 \cdot 5,4 \cdot 0,8} = 4,7 \text{ мин}$$

Продолжительность (мин) движения машины в грузовом и порожняковом направлениях

$$t_{\text{дв}} = \frac{60L'}{k_{\text{с.х}}} \cdot \left( \frac{1}{v_{\text{гр}}^{-1}} + \frac{1}{v_{\text{пор}}^{-1}} \right) = \frac{60 \cdot 2,7}{0,75} \cdot \left( \frac{1}{5} + \frac{1}{15} \right) = 57,6 \text{ мин}$$

При движении нескольких машин в однополосной транспортной выработке продолжительность (мин) ожидания машины на разминовках

$$t_{\text{разм}} = n_{\text{разм}} \cdot t_1 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ мин}$$

Расчетное число рабочих транспортных машин на эксплуатируемом участке

$$n_{\text{погр}} = Q_1 / Q_{\text{см}} = 754 / 934,5 = 1 \text{ шт}$$

$$n_{\text{автосам}} = Q_1 / Q_{\text{см}} = 754 / 220 = 4 \text{ шт,}$$

Инвентарное число машин с учетом машин, находящихся в резерве и ремонте.

$$n_{\text{ин(погр)}} = k_p \cdot \sum n = 1,3 \cdot 1 = 2 \text{ шт.}$$

$$n_{\text{ин(автосам)}} = k_p \cdot \sum n = 1,3 \cdot 4 = 6 \text{ шт.}$$

Сменный пробег рабочих машин (км)

$$L_{\text{см}} = \frac{Q_1}{Q_{\text{см}}} \cdot (L_{\text{гр}} + L_{\text{пор}}) \cdot k_x \cdot n_{\text{а/сам-в}} = \frac{754}{220} \cdot (2,7 + 2,7) \cdot 1,25 \cdot 4 = 92,5 \text{ км}$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

### 4.3 Водоотлив

Рудничный водоотлив не предусматривался, поскольку месторождение находится в зоне распространения многолетнемерзлых пород.

Практикой работ на аналогичных рудниках было установлено, что наблюдается приток воды в подземные выработки в весенний период от таяния снега и в летне-осенние периоды, во время обильного выпадения сезонных осадков. Вода попадает в выработки в основном через участки, где погашена потолочина, и, в незначительном количестве, через устья выбитых на поверхность вентиляционных восстающих.

Откачка воды из забоя будет производиться центробежным насосом Д200х90 в зумпф, из которого самосвалом-водовозом вывозится на поверхность и сливается в хвостохранилище.

### 4.4 Компрессорное хозяйство

Расчетный минутный расход сжатого воздуха приведен в таблице 4.6

Таблица 4.6 – Расчетный минутный расход сжатого воздуха

Потребители	Количество, шт.	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин.	Общее количество воздуха, м <sup>3</sup> /мин.
SOLO 07-10с	2	1	2
Charmec 1610В	2	3	6
Axera 07-240	2	1	2
Marcotte M-40	1	1	1
Robolt	1	1	1
Cabolt	1	2	2
ИТОГО			14

Рабочее избыточное давление у всех потребителей сжатого воздуха принимаем  $P_n = 500$  кПа, а расстояние наиболее удаленных потребителей 4 км.

Таблица 4.7 – Исходные данные

Расстояние, м		Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	
L1	L2	I	II
2000	4000	8	6

Рабочее давление у потребителей  $P_n$  принимаем 500 кПа.

Определяется эквивалентная длина участка

$$I_i = 0,007 \cdot l \quad (4.20)$$

1 й участок                      2 й участок

$$I_i = 14 \text{ м} \quad I_i = 28 \text{ м}$$

Эквивалентная длина направления

$$L_o = (1,1-1,15) \cdot L \quad (4.21)$$

1 й участок                      2 й участок

$$L = 2300 \text{ м} \quad L = 4600 \text{ м}$$

где  $l$  – истинная длина участка, м;  $L$  – истинная длина направления, м.

Находится удельное падение давления в сети

$$a_o = \Delta P_o / L_o \quad (4.22)$$

1 й участок                      2 й участок

$$a_o = 0,000087 \quad a_o = 0,000043$$

где  $\Delta P_o$  - наибольшее падение давления в сети 0,2 кПа.

Падение давления на участке

$$\Delta P_i = a_o \cdot l_i \quad (4.23)$$

1 й участок                      2 й участок

$$\Delta P_i = 0,0014 \quad \Delta P_i = 0,0012$$

Определяется среднее давление на участке от потребителя

1 й участок                      2 й участок

$$P_i = 500 \quad P_i = 500$$

Определяем параметр  $A$

$$A_i = C_i \cdot V_i^2 / (1000 \cdot P_i \cdot a_i) \quad (4.24)$$

1 й участок	2 й участок
$a_i = 0,25$	$a_i = 0,27$
$C_i = 0,33$	$C_i = 0,33$
$A_i = 0,000169$	$A_i = 0,000088$

где  $C_i$  – коэффициент, учитывающий высоту расположения компрессорной установки над уровнем моря;  $a_i$ – удельное падение давления на участке, кПа;  $V_i$ – расход воздуха на  $i$  – том участке

По расчетному диаметру выбирается диаметр трубопровода

	1 й участок	2 й участок
Диаметр трубопровода, м	0,19	0,17
мм	190	170

По расчетному диаметру выбирается диаметр трубопровода по ГОСТ

	1 й участок	2 й участок
Условный проход	200	175
Наружный диаметр	219	194
Внутренний диаметр	207	182

Необходимая производительность рудничной компрессорной станции определяется по формуле

$$V_{к.с.} = \sum V_n + \Delta V_c, \quad (4.25)$$

$$V_{к.с.} = 14 + 1,4 = 15,4 \text{ м}^3/\text{мин},$$

где  $\sum V_n$  - максимальный расход воздуха всеми потребителями рудника,  $\text{м}^3/\text{мин}$ .  $\Delta V_c$  - величина утечек в магистральной воздухопроводной сети,  $\text{м}^3/\text{мин}$ .

Необходимое давление воздуха на выходе из компрессора равно

$$P_k = P_n + \sum \Delta P + P_a \quad (4.26)$$

$$\text{Общее } P_k = 550,6 \text{ кПа}$$

где  $P_n$  – давление сжатого воздуха у потребителей, кПа;  $\sum \Delta P$  - суммарные потери давления от пункта потребления до компрессорной станции, кПа;  $P_a$  – давление атмосферного воздуха, кПа.

Подбираем компрессорную установку

Суммарный расход воздуха = 15,4 м<sup>3</sup>/мин

Для обеспечения рудника сжатым воздухом необходимо установить компрессор ВП 20/8 с производительностью 20 м<sup>3</sup>/мин.

Определение технико-экономических показателей

Годовая выработка сжатого воздуха

$$V_{год} = 60 \cdot k_3 \cdot n \cdot t \cdot V_k \quad (4.27)$$

$$V_{год} = 6070680 \text{ м}^3.$$

где  $k_3$  – коэффициент загрузки компрессорной станции (0,8-0,9);  $n$  – число рабочих дней в году;  $t$  – время выработки в сутки, ч.

Расход сжатого воздуха на 1 т полезного ископаемого

$$P = V_{год} / A_г \quad (4.28)$$

$$P = 11 \text{ м}^3/\text{т}$$

Годовой расход электроэнергии

$$E_{год} = (K_3 \cdot N_в \cdot n \cdot t \cdot m + (1 - K_3) \cdot K_x \cdot N_в \cdot m \cdot n \cdot t) \cdot (1 + K_o + K_е) / (\eta_d \cdot \eta_n \cdot \eta_c) \quad (4.29)$$

$$E_{год} = 5138914 \text{ кВт}$$

где  $N_в$  – мощность на валу компрессора, 125 кВт;  $m$  – число рабочих компрессоров;  $K_x \cdot N_в$  – мощность холостого хода ( $K_x=0,25-0,3$ ), кВт;  $K_o$  – коэффициент, учитывающий расход электроэнергии на охлаждение (0,01 – 0,03);  $K_е$  – коэффициент, учитывающий вспомогательные работы (0,01);  $\eta_d$  – КПД двигателя;  $\eta_n$  – КПД передачи,  $\eta_c$  – КПД электрической сети.

Расход электроэнергии на 1 т

$$e = E_{год} / A_{год} \quad (4.30)$$

$$e = 9,3 \text{ кВт}/\text{т}$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

## 5 Электроснабжение

Электроснабжение объектов подземного участка «Купол» и всего рудника в целом осуществляется от основной ТП 6/04, расположенной в отдельном помещении производственного комплекса.

### *Расчёт освещения откаточного горизонта*

Расчёт освещения откаточного горизонта производится точечным методом. Длина откаточных выработок составляет 3700 метров, норма освещенности 1 лк, принятый тип светильников РН-100, световой поток лампы 1320 лм.

Горизонтальная освещённость, лк:

$$E_z = \frac{2 \times c \times I_a \times \cos^3 \alpha}{k_3 \times h^2}, \quad (5.1)$$

$$E_z = \frac{2 \times 1,32 \times 65 \times 0,055}{1,2 \times 2^2} = 1,9 \text{ лк}$$

где  $K_3$ - коэффициент учитывающий старение лампы;  $I_a$ - сила света лампы под углом  $\alpha$ ;  $h$  - высота подвески лампы, м;  $c$  - поправочный коэффициент на световой поток.

Угол наклона лучей к освещенной площади:

$$\operatorname{tg} \alpha = l / (2 \times h) \quad (5.2)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 10 / (2 \times 2) = 2,5$$

$$\alpha = 67^\circ; \cos \alpha = 0,38; \cos^3 \alpha = 0,055$$

$$E_r = 1,9 > E_m = 1$$

Вертикальная освещённость, лк:

$$E_g = E_z \times \operatorname{tg} \alpha \quad (5.3)$$

$$E_g = 1,9 \times 2,5 = 4,75 \text{ лк}$$

Половина расстояния между светильниками

$$l/2 = H \times \operatorname{tg} \alpha = 2 \times 2,5 = 5 \text{ м} \quad (5.4)$$

Количество светильников для выработок составляет:

$$N_{\text{св}} = \sum L_{\text{выр}} / l \quad (5.5)$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

$$N_{св} = 2700/10 = 370шт$$

Общая мощность осветительной установки:

$$S_{тр} = \frac{P_{л} \times n}{1000 \times \eta_c} = \frac{100 \times 370}{1000 \times 0.5} = 74кВА \quad (5.6)$$

#### Расчёт освещённости камерных выработок

Расчёт освещённости камерных выработок производится методом светового потока.

Расчёт освещения центральной подземной подстанции (ЦПП). Ширина камеры (B=5м), длина (A=20м), высота подвески светильников (h=2м).

Определим показатель освещения:

$$i = \frac{A \times B}{h(A + B)} = \frac{20 \times 5}{2(20 + 5)} = 2 \quad (5.7)$$

коэффициент использования осветительной установки  $\eta = 0.34$ .

Потребный световой поток освещения:

$$F = \frac{k_3 \times E_{min} \times S \times z}{\eta} \quad (5.8)$$

где  $E_{min}$  – минимальная норма освещённости, лк;  $k_3$  – коэффициент запаса;  $S$  – площадь освещения, м<sup>2</sup>;  $z$  – отношение средней освещённости к минимальной.

$$F = \frac{1,3 \times 50 \times 100 \times 1,15}{0,34} = 21985 лк$$

Количество необходимых светильников

$$n = \frac{F}{F_{л}} = \frac{21985}{1320} = 16шт \quad (5.9)$$

Для освещения принимаем светильник типа РН–100. Расстояние между светильниками 3 метра.

Действительная освещённость составит:

$$E_{действ} = \frac{F_{л} \times n \times \eta}{k_3 \times z \times S} \quad (5.10)$$

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

$$E_{действ} = \frac{1320 \times 16 \times 0.34}{1.3 \times 1.15 \times 100} = 50,$$

$$E_{действ} = 50 \geq E_{\min} = 50, \quad (5.11)$$

$$S_{тр} = \frac{P_{л} \times n}{1000 \times \eta_c} = \frac{100 \times 16}{1000 \times 0.5} = 3,2 \text{кВА} \quad (5.12)$$

$$\sum S_{тр} = 74 + 3,2 = 77,2 \text{кВА} \quad (5.13)$$

Принимаем тип пускового агрегата для питания осветительной сети АП-4,5. В соответствии с необходимой мощностью для освещения необходимо 18 пусковых агрегатов. Средняя длина осветительного кабеля составит 400 м. Суммарная сила тока в питающем кабеле:

$$I_k = N_{тр} \times 1000 / (\sqrt{3} \times U), \quad (5.14)$$

$$I_k = 4,5 \times 1000 / (\sqrt{3} \times 127) = 20 \text{А},$$

где  $N_{тр}$  – мощность пускового агрегата, кВА;  $U$  – напряжение в питающем кабеле, В.

Сечение кабеля при равномерном распределении нагрузки:

$$S_{осв} = \frac{\sum P_{осв.к} \times L_k / 2 \times 1000}{\gamma \times \Delta U_{осв.к} \times U}, \quad (5.15)$$

где  $L_k$  – длина магистрального кабеля, м;  $\gamma$  – удельная проводимость меди, м/Ом×мм<sup>2</sup>;  $\Delta U$  – допустимая потеря напряжения в магистральном осветительном кабеле.

$$\Delta U_{осв.к} = 0,05 \times U_m, \quad (5.16)$$

$$\Delta U_{осв.к} = 0,05 \times 127 = 6,4 \text{В},$$

где  $U_m$  – номинальное напряжение осветительной сети, В.

$$S_{осв} = \frac{2 \times 200 \times 1000}{50 \times 6,4 \times 127} = 9,8 \text{мм}^2,$$

По полученному значению принимаем ближайшее значение стандартного сечения кабеля типа ГРШЭ  $S_k = 10 \text{мм}^2$ .

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

### Расчет подземной передвижной станции

Расчет производится из типов и количества работающих механизмов.  
Потребители и результаты расчетов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.11 - Расчёт количества потребляемой энергии участка

Наименование потребителя	Кол-во приемников, шт.	Ном. мощность, кВт	Σ установленная мощность, кВт	Коэф. спроса, кс	cos φ	tg φ	Время работы потребителя, ч	Расчетная нагрузка		
								P <sub>p</sub> , кВт	Q <sub>p</sub> , квар	S <sub>p</sub> , кВА
Ахера	2	135	270	0,3	0,7	0,7	16	81	56,7	98,9
ВМП – 6М	6	6	36	0,3	0,7	0,7	24	10,8	7,56	13,2
Robolt	2	70	140	0,3	0,7	0,7	16	42	29,4	51,3
Solo	2	150	300	0,3	0,7	0,7	16	90	63	109,9
Marcotte	1	70	70	0,3	0,7	0,7	14	21	14,7	25,6
Освещение										74
Итого			816							372,9

Для обеспечения заданной мощности трансформатора принимаем трансформаторную подстанцию ТСШВП 400/6.

Расчет кабельной сети

Расчет кабеля ТСШВП 400/6.

Ток нагрузки кабеля, А:

$$I_p = \frac{S_{mp}}{\sqrt{3} \times H} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 6} = 38,5. \quad (5.17)$$

По данному типу нагрузки проходит кабель с сечением 10 мм<sup>2</sup>, допускающий нагрузку 55 А.

Определим сечение кабеля по допустимой потере напряжения, мм<sup>2</sup>:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{расч} \cdot L \cdot \cos \varphi}{50 \cdot \Delta U} = \frac{\sqrt{3} \cdot 38,4 \cdot 50 \cdot 0,7}{50 \cdot 19} = 2,4 \text{ мм}^2, \quad (5.18)$$

где: L – длина кабеля; ΔU – допустимое падение напряжения.

Принимаем два кабеля типа ГРШЭП сечением 10 мм<sup>2</sup>. Один является рабочим, другой резервным.

### Расчет ГПП

Расчет производится из типов и количества работающих механизмов.

Потребители энергии на поверхности приведены в таблице 5.12

Таблица 5.2 - Потребители энергии на поверхности

Наименование потребителя	Кол-во	Нормативная мощность	∑ мощность, Вт	cos φ	tgφ	K <sub>c</sub>	Расчетная		Расход	
							P <sub>p</sub> , кВт	Q <sub>p</sub> , квар	W <sub>a</sub> , кВт·	W <sub>p</sub> , квар·
Бытовой	1	200	200	0,8	0,7	0,	160	120	3840	2880
Вентилятор	1	125	125	0,8	0,8	0,	112,	91,1	2250	1822
Компрессор	2	410	820	0,8	0,7	0,	410	307,	8200	6150
Мастерские	1	140	140	0,8	0,7	0,	98	73,5	1960	1470
РМЦ	1	90	90	0,8	0,7	0,	63	47,9	1260	958
Итого			1375				843,	639,	1751	1328

$$\cos \varphi = \frac{\sum W_a}{\sqrt{(W_a^2 + W_p^2)}} = \frac{17510}{\sqrt{(17510^2 + 13280^2)}} = 0,79. \quad (5.20)$$

Мощность трансформатора ГПП без подземных потребителей:

$$S_{np} = \frac{K_{c.сп} \cdot \sum P_y}{\cos \varphi} = \frac{0,7 \cdot 843,5}{0,79} = 747,4 \text{ кВА}. \quad (5.21)$$

Мощность трансформатора с учетом подземных потребителей:

$$S_{тр} = 747,4 + 400 + 74 = 1221 \text{ кВА}. \quad (5.22)$$

Выбираем трансформатор по мощности, по правилам, на подстанции должно быть установлено минимум два трансформатора.

Принимаем на ГПП два трансформатора типа ТМ 1000/6

$$K_{зм} = \sum S_{тр} / 2S_{ном} = 1221 / 2 \times 1000 = 0,6, \quad (5.23)$$

$$K_{зм} = \sum S_{тр} / S_{ном} = 1221 / 1000 = 1,2. \quad (5.24)$$

*Определение основных электрических показателей электрических сетей*

Средневзвешенный коэффициент мощности:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{ср.вз.}} = \frac{W_p}{W_a} = \frac{13280}{17510} = 0,76 \quad (5.25)$$

$$\cos \varphi_{\text{ср.вз.}} = \frac{\sum W_a}{\sqrt{(W_a^2 + W_p^2)}} = \frac{17510}{\sqrt{(17510^2 + 13280^2)}} = 0,8 \quad (5.26)$$

Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т:

$$a = \frac{\sum W_a}{A_{\text{сут}}} = \frac{17510}{1506} = 11,6, \quad (5.27)$$

где  $A_{\text{сут}}$  – суточная производительность рудника, т/сут.

Стоимость электроэнергии за год, руб:

$$C_{\text{год}} = \sum S \cdot b + \sum W_a \cdot n \cdot a = 1221 \cdot 14,2 + 17510 \cdot 365 \cdot 11,6 = 74154678 \text{ руб} \quad (5.28)$$

где  $\sum S$  – общая заявленная мощность, кВА;  $b$  – годовая стоимость 1 кВА мощности, руб/кВт·ч;  $n$  – число рабочих дней в году;  $a$  – плата за 1 кВт·ч.

Удельная стоимость электроэнергии и электроэнергии на 1 т добычи:

$$C^1 = \frac{C}{\sum W_a} = 74154678 / 17510 = 4235 \text{ руб/кВт·ч}, \quad (5.28)$$

$$C^{11} = C^1 \cdot a = 4235 \cdot 11,6 = 49126 \text{ руб/кВт·ч}. \quad (5.29)$$

При аварийной ситуации, отключение потребителей 3й категории.

Принципиальная схема ГПП представлена на рисунке 5.1

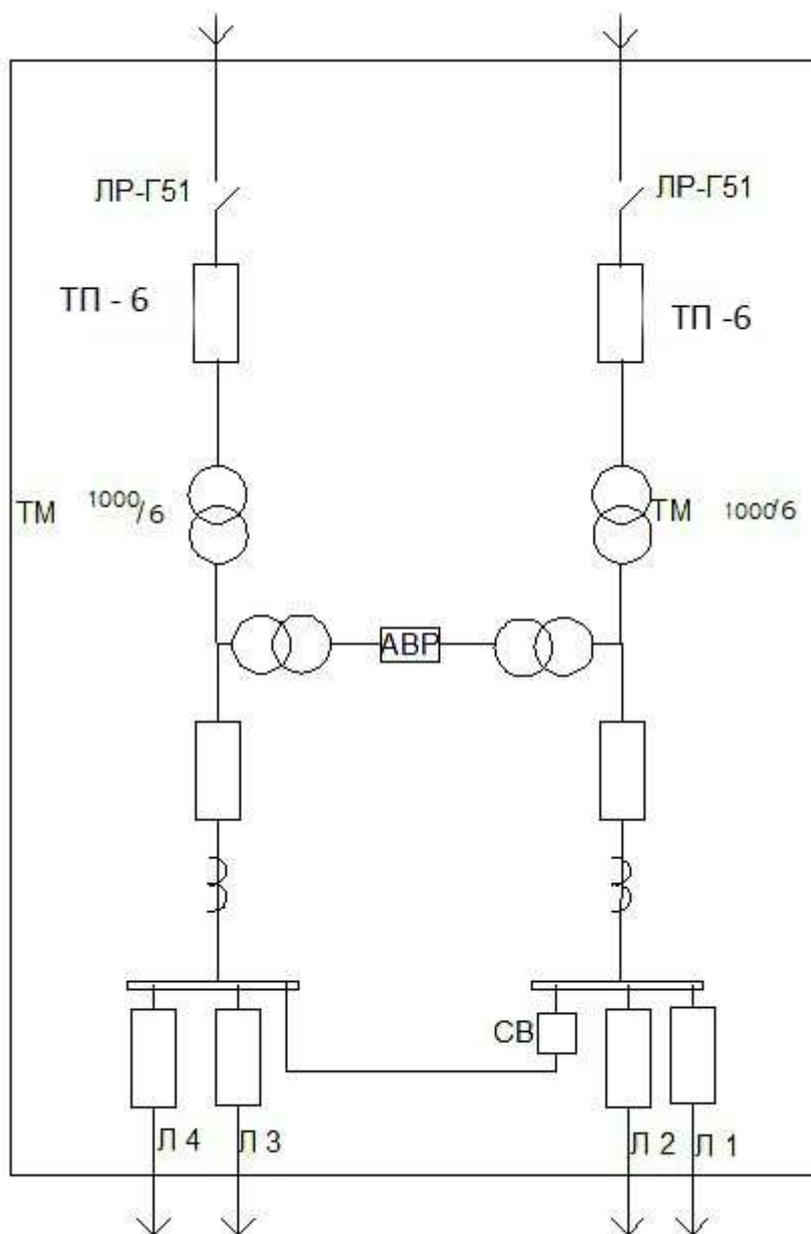


Рисунок 5.1 – Принципиальная схема ГПП

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

94

## **6 Безопасность жизнедеятельности**

### **6.1 Промышленная безопасность**

#### *Общие положения*

В соответствии с Федеральным Законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 02.07.2013), рассматриваемые в настоящем проекте производственные объекты месторождения относятся к категории опасных. Все действующие опасные производственные объекты предприятия должны быть зарегистрированы в государственном реестре опасных производственных объектов, в соответствии с требованиями «Правил регистрации объектов в государственном реестре опасных производственных объектов» (Постановление Правительства РФ от 24.11.1998 N 1371 (ред. от 15.04.2014))

На все опасные производственные объекты должен быть получен страховой полис гражданской ответственности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу третьих лиц и окружающей природной среде в результате аварий на опасном производственном объекте

В целях обеспечения готовности к действиям по локализации и ликвидации последствий аварий разработаны и утверждены «Планы ликвидации аварий».

Предусматривается выполнение следующих мероприятий:

создание резервов финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий;

практическое обучение работников предприятия действиям в случае аварии или инцидентов на опасном производственном объекте.

С целью более эффективной организации работ на предприятии организован производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Основными задачами производственного контроля являются:

- обеспечение промышленной безопасности в компании;
- анализ состояния промышленной безопасности на ОПО;
- разработка мер, направленных на улучшение состояния промышленной безопасности и предотвращения ущерба окружающей среде;
- контроль над соблюдением требований промышленной безопасности, установленных федеральными законами и иными нормативными актами;
- координация работ, направленных на предупреждение аварий и инцидентов на ОПО, обеспечение готовности к локализации инцидентов и аварий, ликвидации их последствий;
- контроль над своевременным проведением необходимых испытаний и технических освидетельствований технических устройств, ремонтом и проверкой контрольных средств;
- контроль над соблюдением технологической дисциплины.

Настоящим проектом предусматривается выполнение мероприятий, направленных на обеспечение безопасной эксплуатации опасных производственных объектов, предупреждение аварий на опасном производственном объекте и обеспечение готовности предприятия, к локализации и ликвидации аварий:

- укомплектованность штатом работников в соответствии с установленными требованиями, расчетной явочной численностью и штатным расписанием;

- к работе на опасных производственных объектах допускаются работники, имеющие соответствующую квалификацию и не имеющие медицинских противопоказаний к выполняемой работе и вахтовому методу работ;

- допуск работников предприятия к работе осуществляется после прохождения вводного инструктажа предварительного обучения по охране

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

труда и безопасным методам работы, инструктажа на рабочем месте и стажировки не менее 2 смен.

к управлению горнотранспортными машинами и оборудованием допускаются лица, прошедшие профессиональную подготовку по согласованным с Ростехнадзором программам обучения и получившие удостоверения на право управления конкретными типами машин.

обеспечение наличия, функционирования и прохождения государственной поверки приборов безопасности, контрольно-измерительных приборов и систем контроля за безопасностью производственных процессов;

проведение диагностики, испытаний, освидетельствований сооружений и технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах, в установленные сроки и по предъявляемому в установленном порядке предписанию федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности, или его территориального органа;

соблюдение мероприятий по пропускному режиму на складе ВМ и предотвращение проникновения на опасные производственные объекты посторонних лиц;

обеспечение выполнения требований промышленной безопасности к хранению опасных веществ;

разработка декларации промышленной безопасности;

выполнение распоряжений и предписаний федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности, его территориальных органов и должностных лиц, отдаваемых ими в соответствии с полномочиями;

прекращение эксплуатации какого-либо производственного объекта в случае аварии или инцидента на данном объекте, а также в случае

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

обнаружения вновь открывшихся обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность ОПО;

осуществление мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте, анализ причин возникновения аварии и принятие мер по устранению причин и профилактике подобных аварий;

своевременное информирование в установленном порядке федеральных органов исполнительной власти, специально уполномоченных в области промышленной безопасности, их территориальные органы, а также иные органы государственной власти, органы местного самоуправления и население об аварии на опасном производственном объекте;

принятие мер по защите жизни и здоровья работников в случае аварии на опасном производственном объекте;

На каждый календарный год составляется «План мероприятий по обеспечению промышленной безопасности» утвержденный руководителем организации и согласованный с территориальным органом Ростехнадзора России.

В соответствии с требованиями «Положения об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (РД-03-19-2007) все ИТР проходят аттестацию в комиссии, назначенной приказом с участием представителя Обособленного подразделения Межрегионального технологического управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в г. Билибино (ОП МТУ Ростехнадзора г. Билибино).

#### *Охрана труда и санитарно-бытовое обслуживание*

На месторождении Купол построен жилой комплекс, предназначенный для проживания, питания и отдыха работников рудника в период нахождения

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

на вахте. Жилой комплекс оборудован помещениями, обеспечивающими размещение более 700 одновременно работающих людей. Жилой комплекс

включает: помещение для сушки и обеспыливания рабочей одежды, гардероб для рабочей одежды, душевые, уборные, прачечную, столовую, комнаты отдыха, читальную комнату, тренажерный зал, игровой зал, комнаты для просмотра телепередач, здравпункт и т.п.

Для обеспечения пожарной безопасности жилого комплекса выполнен монтаж металлического резервуара емкостью 125 м<sup>3</sup> для хранения пожарного запаса воды. Насосная станция пожаротушения оснащена двумя насосами, один из которых является резервным. Сети водоснабжения противопожарного технического трубопровода проложены в совместной тепловой изоляции с трубопроводами тепловых сетей. Жилой комплекс оборудован приборами приемно-контрольной охранной пожарной сигнализации, оснащенной дымовыми и тепловыми датчиками.

Доставка работников предприятия к местам работы от жилого комплекса и обратно осуществляется оборудованными автомобилями КАМАЗ.

Для обогрева работников в зимний период работы и для укрытия от непогоды устраиваются специальные помещения, расположенные не далее 300 метров от места работы. Помещения оборудованы необходимыми средствами обогрева, питьевой водой, запасом продуктов и медицинской аптечкой.

Кабины горнотранспортного оборудования и машин утеплены и оборудованы безопасными отопительными приборами. Все горные и транспортные машины снабжены медицинскими аптечками и огнетушителями.

Кабины буровых станков, самосвалов, погрузочно-доставочных машин выполнены с защитной конструкцией от переворачивания и падающих кусков породы.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Подземные горные выработки оборудованы аварийной сигнализацией для оповещения работников об аварии или пожара.

В темное время суток освещение участков горных работ осуществляется передвижными дизельными осветительными установками «Amida». Освещение капитальных действующих подземных выработок осуществляется стационарными светильниками.

Все работники подземного участка, работающие под землей, снабжены индивидуальными источниками света (переносными головными аккумуляторными лампами), изолирующими самоспасателями ШСС-Т, противопыльными респираторами, термосами и индивидуальными перевязочными пакетами.

*Мероприятия по предотвращению производственного травматизма*

Мероприятия включают:

Производство горных работ в строгом соответствии с требованиями «Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твёрдых полезных ископаемых», «Единых правил безопасности при взрывных работах», «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», Правила противопожарного режима;

Обеспечение выполнения комплекса профилактических мер, правил безопасности и, в первую очередь, проведение всех видов обучения и инструктажа по охране труда и промышленной безопасности для рабочего персонала;

Эксплуатация горных и транспортных машин в соответствии с принятой технологией, требованиями инструкций по эксплуатации машин и механизмов, требованиям безопасной технической эксплуатацией;

Применение на взрывных работах неэлектрического способа взрывания повышенной безопасности на основе системы ИСКРА;

Снабжение работающих исправным инструментом, спецодеждой и спецобувью;

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Использование на всех видах работ, где это необходимо, предохранительных поясов, защитных очков, рукавиц, резиновых перчаток и других средств индивидуальной защиты;

Оформление плакатов, предупредительных надписей, других средств наглядной агитации по охране труда и безопасным методам работы.

Проведение предварительного, периодического медицинского освидетельствования, а для рабочих, выполняющих работы повышенной опасности, предсменного медицинского осмотра для определения их возможности по состоянию здоровья выполнять работу по данной профессии на ОПО.

#### *Борьба с рудничной пылью*

Месторождение является силикозоопасным, поэтому проектом предусмотрены мероприятия по борьбе с пылью при различных технологических процессах.

Основными источниками образования пыли на месторождении являются буровые, взрывные, погрузочные работы, транспортировка вскрыши и руды.

Основным средством борьбы с пылью на открытых горных работах является орошение водой экскаваторных забоев, карьерных автодорог, поверхности взрывааемых блоков перед взрыванием. Расход воды на эти цели составляет 0.02 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> горной массы.

На буровых станках «ЕСМ-470» «ЕСМ-720» фирмы «Ingersoll Rand» применяется сухое пылеподавление. На станках установлены пылеуловители с моющимися сухими фильтрами, устройства предварительной очистки с пылеулавливающими колпаками.

При производстве массовых взрывов допуск людей в карьер разрешается после проветривания и отбора проб воздуха на содержание вредных газов и пыли. Количество вредных веществ в воздухе не должно превышать ПДК. Конфигурация карьера и расположение на косогоре

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

обеспечивает хорошее естественное проветривание, не требующее искусственной вентиляции.

При работе в местах с запыленностью, превышающей санитарные нормы, рабочие обеспечиваются индивидуальными средствами защиты.

Основным средством борьбы с пылью в условиях подземных горных работ служит вентиляция. Проветривание выработок сводится к подаче свежего воздуха в призабойное пространство, разжижению в нем пыли до предельно допустимого содержания и последующему ее удалению исходящей струей.

Мероприятия по снижению запыленности воздуха делятся на:

- технические средства;
- мероприятия технологического характера;
- организационные мероприятия.

Технические средства борьбы включают вентиляцию как общешахтную, так и местную, а также индивидуальные средства защиты от пыли.

На буровых установках применяется система водяного пылеподавления. Установки оборудованы кабиной для защиты оператора от пыли и низких температур. Расход воды составляет 1,4 м<sup>3</sup>/1000 тонн добычи.

При производстве взрывных работ основным способом пылеподавления является интенсивное проветривание забоев. Количество воздуха, подаваемого в забой, должно обеспечить эффективную скорость воздушного потока для выноса пыли.

Мероприятия технологического характера включают совершенствование систем разработки, приводящие к уменьшению объема проходческих работ и вторичного дробления, концентрацию очистных работ и сокращение погрузочно-разгрузочных операций.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

Организационные мероприятия предусматривают переход на работу с перерывами между сменами, производство взрывных работ только в междусменные перерывы, контроль над соблюдением пылегазового режима.

#### *Борьба с вибрацией и шумами*

Подземные буровые работы (бурение шпуров и скважин) осуществляются буровыми установками «AXERA 7-240С». На буровые установки «AXERA 7-240С» выдан «Сертификат соответствия» № 4796943 и «Разрешение» № РС 00-041569 Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение при подземных горных работах, что предусматривает исключение воздействия вибрации и шума на оператора.

Проектом предусматривается минимальное применение ручных перфораторов. В случае необходимости их использования, бурильщики будут пользоваться рукавицами с полихлорвиниловыми вкладышами, защищающими руки от вибрации и от переохлаждения.

При работе с ручным инструментом время контакта с вибрирующими поверхностями не должно превышать 2/3 продолжительности рабочего дня. Средствами индивидуальной защиты коленных и локтевых суставов служат наколенники и налокотники, изготовленные из пластин микропористой резины, укладываемые в специальные карманы на брюках и рукавах куртки. Для предотвращения вибрационной болезни рекомендуется проведение комплекса физиопрофилактических мероприятий.

Для снижения механического шума используются шумопоглощающие материалы, вибропоглощающие прокладки и эластичные муфты. В качестве индивидуальных средств защиты от шума предусматривается применение антифонов, берушей, шумозащитных наушников и шлемов. Для снижения степени воздействия шумов предусматривается использование противושумных наушников ВЦНИИОТ-2М и касок ВЦНИИОТ-2, предназначенных для защиты головы от травм, поражения электрическим

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

током и защиты от средне- и высокочастотного шума с уровнем до 120 ДБ и позволяющие снизить уровень шума в зависимости от частоты октавных полос, от 10 до 40 дБ, что соответствует требованиям ГОСТ 12.1.01-90.

На открытых горных работах используется горное и транспортное оборудование, на которое выданы «Сертификаты соответствия» Госстандартом России и «Разрешения» Федерального горного и промышленного надзора России.

Шумовые характеристики при эксплуатации горнотранспортного оборудования предполагают использование средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87.

Вибрационные характеристики при эксплуатации горнотранспортного оборудования соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.012-90.

#### *Обучение кадров*

Принятые в проекте технические решения обеспечивают безопасное ведение горных работ и производственных процессов на различных переделах работ. Ответственность за содержание рабочих мест, оборудования, обеспечение производственной и технологической дисциплины, ведение работ в строгом соответствии с требованиями нормативных документов возлагается на руководителей компании, рудника, участка, лаборатории, смены, бригады, исполнителя работ.

В структуре управления предприятием создана служба промышленной, радиационной безопасности и охраны труда, укомплектованная ИТР, имеющими опыт работы на горных предприятиях и прошедших аттестацию в Ростехнадзоре России.

Служба промышленной, радиационной безопасности и охраны труда в соответствии с «Положением о порядке обучения и проверки знаний рабочих организаций, поднадзорных федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (РД 03-20-2007 утверждено приказом Ростехнадзора от 29.01.2007г. № 37) и «Порядком обучения по

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01.2003 г. N 1/29) проводит обучение по охране труда и безопасным методам работы работников компании по основным профессиям, а также смежным профессиям с целью их взаимозаменяемости и наиболее полного использования рабочего времени.

В соответствии с требованиями «Положения об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» (РД-03-19-2007) все ИТР проходят аттестацию в комиссии, назначенной приказом № 34 от 22.05.2013г., с участием представителя Обособленного подразделения Межрегионального технологического управления Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в г. Билибино (ОП МТУ Ростехнадзора г. Билибино).

#### *Медицинское обслуживание*

В жилом комплексе оборудован здравпункт в соответствии с санитарными нормами и специальными указаниями органов здравоохранения. Здравпункт обеспечен необходимым оборудованием, медицинскими инструментами и комплектом медикаментов для оказания первой медицинской помощи. При необходимости, дальнейшая медицинская помощь оказывается Билибинской районной больницей и Магаданской областной больницей, так как все работники компании имеют медицинский страховой полис. Доставка больных в медицинские учреждения осуществляется авиатранспортом.

Организован обязательный предсменный медицинский осмотр работников, задействованных на опасном производственном объекте.

На всех объектах предприятия, в специально отведенных местах, размещены аптечки первой медицинской помощи, которые находятся вблизи от мест ведения работ.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Все вновь принятые работники проходят обучение по оказанию доврачебной помощи пострадавшим при несчастном случае на производстве.

Доставка пострадавших от объектов производства работ до здравпункта осуществляется на специальном автомобиле.

## 6.2 Охрана окружающей среды

Ведение горно-добычных работ на месторождении Купол сопровождается неблагоприятным воздействием на производственную и природную среду.

Развитие неблагоприятных, техногенных воздействий наблюдается в границах контура земельного отвода предприятия, а также на прилежащих к нему землях. Для снижения, минимизации и нормирования степени неблагоприятных техногенных воздействий на компоненты окружающей природной среды в рамках проектных решений предусмотрены различные организационные и технические природоохранные мероприятия.

### *Шумовые воздействия и вибрация*

Основными источниками вибрации и шума является буровое оборудование, горная техника, ГВУ и вентиляторы местного проветривания, взрывные работы в подземных горных выработках.

Для разделки негабаритов используются накладные заряды.

Мероприятий по снижению шумового воздействия взрывных работ на поверхности не предусмотрено.

Для снижения механического шума от горного оборудования предусматриваются следующие мероприятия:

использование шумопоглощающих материалов, перегородок, вибро и шумопоглощающих прокладок и эластичных муфт;

использование присоединенных или встроенных глушителей.

Используемое на горных работах оборудование сертифицируется, в том числе, по условиям шумообразования и вибрационному воздействию.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

Шумовое воздействие горнодобывающего предприятия на месторождении Купол не превышает шумовое воздействие аналогичных горнодобывающих предприятий. Малая плотность животного мира в районе месторождения обеспечивает минимальное воздействие шумов на представителей животного мира.

*Выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух*

Основные источники выделения загрязняющих веществ в атмосферу от объектов горнодобывающего комплекса являются:

буровзрывные работы в карьере, штольнях;

подземная погрузочно-транспортная техника;

горная техника поверхностного комплекса - бульдозеры, погрузчики, самосвалы;

процесс транспортировки руды на склад;

процесс работы по формированию склада руды и пустых пород.

Основными загрязняющими веществами атмосферного воздуха являются:

оксид углерода (класс опасности - 4) – 366.38796 т/год;

пыль неорганическая, 20-70% SiO<sub>2</sub> (класс опасности -3) – 302,24634 т/год;

диоксид азота (класс опасности - 3) – 341.26111 т/год;

оксид азота (класс опасности - 3) – 54.00242 т/год;

серы диоксид (класс опасности - 3) – 151.52008 т/год;

сажа (класс опасности - 3) – 20.18824 т/год.

Предусмотрено выполнение комплекса мероприятий по охране и рациональному использованию атмосферного воздуха:

пылеподавление при буровых работах в карьере и подземных горных выработках;

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

применение каталитических установок очистки продуктов сгорания дизельного топлива для генераторов ДЭС, автотранспорта и самоходной горной техники;

плановое обслуживание и ремонт дизельных электростанций, горной и транспортной техники с регулированием узлов топливной аппаратуры;

орошение в летний период участков погрузочно-разгрузочных работ и складирования руды и пустой породы;

систематический полив технологических и подъездных дорог;

оперативная инженерно-биологическая рекультивация и консервация площадных техногенных источников пылеобразования;

производственный контроль соблюдения нормативов ПДВ и соответствия нормативам качества воздуха рабочей зоны и атмосферного воздуха.

Мероприятия по регулированию выбросов вредных веществ в атмосферу в период неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) предусматривают кратковременное сокращение выбросов, приводящих к формированию уровня загрязнения воздуха, до уровня, наблюдаемого при отсутствии НМУ. Регулирование выбросов осуществляется с учетом прогноза НМУ на основе предупреждений о возможном опасном росте концентраций примесей в воздухе с целью его предотвращения.

В случае получения руководством предприятия информации о неблагоприятном метеорологическом прогнозе, предусматриваются мероприятия организационного характера, соответствующие 1 режиму работы в периоды НМУ:

контроль за точным ведением технологического процесса работы предприятия;

контроль за точным соблюдением технологического регламента запуска и прогрева двигателей автотранспорта;

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

контроль за точным соблюдением технологического регламента сжигания топлива в дизельных генераторах.

*Охрана поверхностных и подземных вод*

*Поверхностные водные объекты.*

Река Средний Кайемравеем (III порядок) с притоками – ручьи Первый, Второй, Хвостовой (I-II порядки) - дренирует площадки размещения следующих объектов добычного комплекса предприятия:

карьер,

подземный рудник,

полигоны складирования пустых пород.

Химический состав и свойства воды в контрольном створе р. Ср. Кайемравеем, являющимся замыкающим створом участка водопользования предприятия, формируется в большей части под влиянием стока руч. Третий, впадающего в р. Ср. Кайемравеем выше контрольного створа. Химический состав воды руч. Третий обусловлен дренажом пород рудного поля месторождения, представляющего собой природную геохимическую аномалию с высокими содержаниями сульфидов металлов. Аналогичный химический состав и свойства воды характерны и для других притоков р. Средний Кайемравеем - руч. Первый, Второй, Хвостовой.

*Подземные водные объекты.*

Водозабор представлен группой гидрогеологических скважин, каптирующих аллювиальный горизонт ЛВГ al QIV (скважина №2-г - наблюдательная) и водоносную зону трещиноватости вулканогенных коренных пород ВЗТ К2 (скважины №22-г – рабочая и №23-г - резервная). Глубина аллювиального горизонта составляет 27,4 м; водоносная зона трещиноватости находится в интервале 27,4,0 – 60,0 м. Эксплуатационные запасы месторождения подземных вод составляют 2,88 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

По химическому составу воды пресные, сульфатно-гидрокарбонатные, натриево-кальциевые, минерализация воды не превышает 120 мг/дм<sup>3</sup>.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Качество подземных вод по результатам химических и бактериологических анализов соответствует нормативным требованиям.

#### *Мероприятия по охране водных ресурсов*

Горные работы, предусматривается сопровождать с выполнением комплекса специальных мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов. Основными мероприятиями, направленными на предотвращение и/или минимизацию сверхнормативного техногенного воздействия на водные ресурсы, являются:

размещение объектов добывающего комплекса за пределами водоохраных зон и прибрежных защитных полос водотоков;

минимизация использования природных вод в технологических процессах за счет использования оборотного водоснабжения;

отведение от площадок предприятия природного поверхностного стока и предотвращение его загрязнения;

полное исключение сброса производственных, хозяйственно-бытовых, ливневых и карьерных стоков в окружающую среду. Все стоки собирают и накапливают в хвостохранилище рудника;

организация зон санитарной охраны источника водоснабжения;

выполнение производственного контроля (экологического мониторинга) природных водных объектов, активных и потенциальных источников их загрязнения.

#### *Управление отходами*

Деятельность предприятия на месторождении «Купол» сопровождается образованием типовых для горнодобывающей промышленности отходов производства и потребления, структура и масса которых определяется способом разработки месторождения и технологией переработки руд, составом и количеством используемых материалов, веществ и оборудования. Управление отходами, образуемыми на предприятии, производится в установленном порядке в соответствии с нормативными документами в

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

области обращения с отходами и разработанными нормативами их образования и лимитами размещения. Нормативы и объёмы образуемых отходов определены по расчётным программам, удельным нормативам и фактическим объемам образования.

В соответствии с применяемыми технологиями ведения горных работ и производственными операциями вспомогательного комплекса на предприятии образуются производственные отходы I - V классов опасности, а также бытовые отходы IV, и V классов опасности.

#### *Мероприятия по управлению отходами*

В целях предотвращения негативного воздействия отходов на окружающую природную среду и здоровье человека, на территории месторождения планируется осуществлять необходимые мероприятия, которые включают количественный и качественный учёт образования и накопления отходов, использование отходов в качестве вторичного источника сырья, передачу другим организациям, обеспечение сбора и размещения отходов в специально отведённых местах.

Мероприятия предварительного характера по движению отходов производства и потребления направлены на обеспечение безопасного порядка обращения с отходами, в частности:

устройство площадок/участков временного хранения обеспечивает организованный сбор отходов в определённом месте и разделение по степени опасности;

хранение опасных отходов – первого, второго и третьего класса опасности в герметичных емкостях с ограничением свободного доступа и организованной сдачи для утилизации;

передача опасных отходов сторонним организациям или использование в технологическом процессе в качестве вторичного сырья;

сжигание отходов в специальной мусоросжигательной установке;

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

захоронение на собственных объектах размещение отходов малоопасных и практических неопасных отходов.

*Мероприятия по размещению отходов*

размещение отходов обогащения руды в специальных хранилищах, оборудованных противофильтрационным экраном, обеспечивающим защиту поверхностных и подземных вод окружающей природной среды от загрязнения;

послойное захоронение массы твёрдых бытовых и производственных отходов в земляных траншеях полигона ТБО и ПО;

сооружение системы водоотводных и нагорных канав для предотвращения подтопления и размыва площадок накопителей поверхностными стоками атмосферных осадков;

*Производственный контроль отходов*

Перечисленные выше технические мероприятия в целом достаточны для нормативного обеспечения безопасного образования и обращения отходов на предприятии. К ним следует также добавить осуществление производственного лабораторно-аналитического, санитарно-гигиенического и экологического контроля, в состав которого входят следующие режимные наблюдения, осуществляемого в рамках целостного экологического мониторинга предприятия и окружающей природной среды:

состава и свойств сточных, природных поверхностных и подземных вод в системе: «полигон, участок размещения и образования отходов – контрольная скважина – водоприёмник»;

состава и свойств воздуха приземной атмосферы, почв и растительности в пределах санитарно-защитной зоны полигона размещения и хранения отходов;

осуществление регламента безопасной и безаварийной работы полигона и участков размещения, специального оборудования и агрегатов, сооружений и машин по доставке, обезвреживанию и утилизации отходов;

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

порядка передачи на утилизацию отходов производства (отработанных ртутных ламп, отработанные аккумуляторы, лом чёрных металлов, пластиковая крошка);

безопасного, нормативного санитарного и экологического содержания территорий производственных, жилых и окружающих селитебных зон месторождения.

#### *Охрана животного мира*

Технические решения настоящего Плана несут в себе аспекты, как общего природоохранного характера, так и целенаправленной охраны животного мира суши и водоемов района месторождения «Купол». Это относится, в частности, к размещению объектов предприятия на нарушенных землях, преимущественно в поясах гольцов и горных тундр, расположение их в непосредственной близости друг к другу. Предприятием регулярно осуществляются компенсационные платежи за нормированные воздействия на природные объекты, в том числе, в части прямого или косвенного техногенного (негативного) влияния на животных суши и водоемов. Кроме того, в качестве дополнительных мер, для снижения факторов беспокойства и полного недопущения фактов браконьерства предусмотрено осуществление ряда основных и дополнительных технических и организационных мероприятий, включая поддержание на предприятии жесткой производственной и гражданской дисциплины.

#### *Мероприятия общего характера по охране животного мира суши*

Мероприятия предусматривают:

ограничение площади и глубины техногенных воздействий на земельные участки, изымаемые предприятием под освоение, сохранение на них и прилегающих участках природных растительных и почвенных покровов;

применение технических средств (поддонов, герметичных емкостей, устойчивых к разъеданию уплотнителей, быстродействующих сорбционных

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

материалов и т.п.), препятствующих загрязнению почв горюче-смазочными материалами и химическими реагентами, применяющимися в процессе работы передвижной техники;

соблюдение правил противопожарной безопасности с целью предохранения растительного покрова, как среды обитания животных, от пожаров;

производственный контроль техногенных воздействий на земли, почвы и растительный покров.

*Мероприятия общего характера по охране животного мира суши*

Мероприятия включают:

противопаводковые мероприятия для предотвращения смыва и обвалов грунта в паводковые периоды;

устранение очагов эрозии и ликвидация ее проявлений;

устранение очагов термокарста;

применение предупредительных противоэрозионных заграждений из натуральных и синтетических материалов;

регулярная санация производственных площадок от отходов производства и потребления;

ликвидация проливов горюче-смазочных материалов, просыпей химических реагентов, аммиачной селитры и других веществ;

применение сорбирующих материалов для локализации и очистки мест аварийных разливов и просыпей нефтепродуктов, химических реагентов и взрывчатых материалов;

проведение местной рекультивации эродированных и загрязненных земельных участков.

*Воздействия на земельные ресурсы и их охрана*

Прямые воздействия на земельные ресурсы при освоении месторождения происходят в основном в виде механических воздействий на поверхности и природные компоненты земельных участков размещения и

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

деятельности объектов предприятия. Следствием прямых воздействий являются формирование техногенного рельефа, частичное и полное уничтожение природного растительного и почвенного покровов.

Косвенные нарушения земельных ресурсов формируются преимущественно под влиянием выбросов минеральных пылеватых частиц (пыль неорганическая, состоящая на 70-20 % из SiO<sub>2</sub>) от объектов предприятия в атмосферу. Минеральная пыль после рассеивания в атмосфере осаждаются на дневную поверхность (на почвы и растительность летом, снежный покров – зимой) как в пределах земельных участков предприятия, так и на прилегающие территории.

Предусмотрено выполнение следующего комплекса организационных и технических мероприятий, обеспечивающих снижение негативных техногенных воздействий на земельные ресурсы, рациональное их использование и охрану:

- минимизация площадей нарушенных земель;
- предупреждение загрязнения земель;
- охрана и рациональное использование почв и потенциально-плодородных пород;
- рекультивация нарушенных земель;
- производственный контроль (мониторинг) рационального использования земельных участков

*Экологический мониторинг при производстве работ*

Основные объекты мониторинга ОС:

Атмосферный воздух;

Водные объекты;

Процессы обращения с отходами производства и потребления;

Растительные и животные биоценозы;

Земельные ресурсы;

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

Мониторинг водных объектов будет осуществлён по средствам регулярного отбора проб воды и наблюдения за качественным химическим составом воды. Будет осуществлён регулярный визуальный мониторинг за состоянием водоохраных зон и зон санитарной охраны.

Мониторинг атмосферного воздуха будет осуществлён с помощью регулярных замеров на источниках выбросов вредных (загрязняющих) веществ. В границах жилого посёлка будет осуществлён контроль качества воздуха в приземном слое.

Контроль и мониторинг за состояние почв и земельных ресурсов будет осуществлён по средствам визуального наблюдения и отбора проб грунтов в зонах потенциального воздействия производственных процессов на окружающую среду.

В рамках ежегодного инженерно-экологического обследования района размещения горнодобывающего предприятия на месторождении Купол будет выполнен мониторинг и оценка воздействия на растительные и животные биоценозы.

Будет осуществлён контроль над объёмами образования и размещения отходов производства и потребления. Для подтверждения класса опасности будут отобраны пробы отходов при добыче рудных полезных ископаемых (пульпа и порода), золы от мусоросжигательной установки.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

## **7 Оценка сложностей горно-геологических условий строительства выработки**

### **7.1 Сущность термина "сложность".**

Термин «сложность» в целом означает: составность из нескольких частей, многообразность по составу входящих частей и связей между ними или трудность, запутанность. Противоположное понятие – простота. Этот термин, понятие широко распространенное в обиходе, в литературе, науке. Например, при разработке месторождений полезных ископаемых, как источников полезных природных ресурсов, с точки зрения их освоения, иначе разработки, эти источники априори представляют собой объекты самой различной природно-географической, геолого-структурной, технологической и экономической и другой сложности.

В некотором смысле любая оценка сложности предметов, объектов, процессов в любом необходимом аспекте является, при отсутствии определенных количественных показателей, продуктом уровня общих или специальных знаний, эрудиции, умения и даже психологии оценивающего человека. Нетрудно представить последствия такой оценки, если она ведется для принятия в последующем серьезных решений. Это говорит о том, насколько важна задача объективной, не предвзятой, количественной и, что ещё более важно, эффективной комплексной оценки сложности изучаемого предмета, объекта, процесса.

К настоящему времени методологические принципы, техника, методика современного научного анализа неизмеримо усложнились по сравнению с исторически первыми и простейшими методами оценки. В новых условиях обострилась потребность в нахождении эффективных способов целенаправленного воздействия на процессы взаимодействия человека с окружающим миром. Встают задачи разработки конкретных прогнозов будущего человечества на самых различных уровнях. И соответственно проявляются задачи формирования конкретных научно

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

обоснованных философских представлений современного мира. В частности об основных возможных сложных тенденциях развития человечества на ближайшие 50 - 100 лет. Существенно то, что результаты такого прогнозирования спектра возможностей должны быть сформулированы не только на языке теории, но и на языке управленческой практики, на языке прикладной *теории сложности*. Поэтому насущная необходимость в создании системы, как частного, так и глобального прогнозирования с самого начала должна осмысливаться с учетом теории и практики управления сложными и сверхсложными системами.

Термин «простой» - значит однородный по составу, не составной, характеризуемый, как правило, единичным признаком. Относительно объекта или явления – их элементарные части, которые либо объективно не подлежат дальнейшему расчленению, либо относительно их неделимости имеется договоренность.

Сложный – значит многообразный, общий по составу, строению, или структуре входящих в него простых частей, элементов и связей между ними. Сложность, как свойство, атрибут действительности, существует как признак, характеризующий общий, составной характер объекта или явления, части которых можно рассматривать как отдельные элементарные простые сущности, объединенные в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанные между собой заданными отношениями. Свойства сложности (например, систем) в целом определяются как свойствами составляющих её элементов, так и характером взаимоотношения между ними. То есть сложность представляется как одна из важных характеристик отдельного предмета, объекта.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

## 7.2 Классификация горно-геологических условий при строительстве горных выработок

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

Инженерные изыскания для проектирования и строительства выработок выполняют в соответствии с требованиями СНиП по инженерным изысканиям для строительства, а также с учетом особенностей подземного строительства, предусмотренных соответствующими нормами.

Исходные инженерно-геологические материалы для проектирования должны включать следующие данные:

- геоморфологию места расположения проектируемой выработки, включая стратиграфию и тектонику массива горных пород, а при необходимости и топографию земной поверхности;
- литологическую характеристику пород массива;
- результаты испытаний механических свойств породного массива;
- гидрогеологическую характеристику массива, характеристику его газоносности и при необходимости геокриологические данные.

Гидрогеологические данные должны содержать сведения о расположении и мощности водоносных горизонтов, степени обводненности пород в местах предполагаемого размещения проектируемых выработок, гидростатических и гидродинамических напорах, химической агрессивности вод, расположении и характеристике водоупоров, условиях питания и дренажа водоносных горизонтов, показателях их фильтрационной способности и связи с поверхностными водотоками и водоемами, расположении и характеристике карстов и пльвунов.

Криологические данные должны содержать сведения о расположении, конфигурации и размерах многолетнемерзлых частей массива горных пород,

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

характеристике их льдистости и влажности и показателях механических свойств при оттаивании и замораживании, теплопроводности пород массива, тепловом поле и геотермическом градиенте, характеристике изменения границ промерзания в результате действия сезонно-климатических и гидрогеологических факторов.

Проектирование выработок в условиях опасности горных ударов, самовозгорания угля или руды, выбросов угля, породы и газа, динамических воздействий, сейсмичности района свыше 7 баллов по шкале Рихтера, повышенной температуры горных пород, в зоне многолетней мерзлоты следует проводить с учетом дополнительных требований, предусмотренных для таких случаев ведомственными документами, или на основе результатов исследований, выполненных специализированными организациями.

Кроме того, при проектировании выработок в сложных условиях наряду с проведением контрольных измерений следует также предусматривать в проектах установку специальных замерных станций. Последние позволят получить более полные и надежные исходные данные, дадут возможность проверить и уточнить принятые при проектировании способы охраны, защиты крепи и выбрать оптимальные проектные решения, в том числе для других выработок, располагаемых в аналогичных условиях.

Для выполнения указанных работ необходимо в ряде случаев предусмотреть проведение специальных разведочных выработок и скважин, рабочих горизонтов, расчет и проектирование крепи выработок, технологию и технику их проходки, составить смету на проходческие работы.

Наиболее высокая изученность горно-геологических и горно-технических условий месторождения необходима при проектировании крепи горных выработок, параметры которой определяют следующие факторы:

- физико-механические свойства массива пород: прочностные свойства при кратковременном и при длительном воздействии нагрузки (предел прочности на сжатие, сцепление, угол внутреннего трения, сцепление и углы трения на

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

контактах разнородных тел, показатели анизотропии и неоднородности); деформационные характеристики при кратковременной и длительной нагрузке (показатели упругости, пластичности, ползучести, анизотропии и неоднородности); коэффициенты бокового распора, структурные характеристики массива и др.;

- гидрогеологические характеристики массива: степень обводненности, пьезометрические условия, коэффициенты фильтрации, притоки воды, характеристика воздействия шахтных вод на массивы горных пород, снижение прочности и изменение деформационных свойств пород при увлажнении (размокание, набухаемость, скольжение блоков относительно друг друга);
- горные факторы: форма и размеры выработок, способы охраны и их параметры, механические характеристики крепи (несущая способность, отпор и деформируемость под нагрузкой);
- технологические факторы: способы проходки и крепления выработок, особенности их эксплуатации.

Знание и оценка этих факторов позволяют уточнить трассу подземного сооружения, правильно оценить свойства и несущую способность горных пород, выявить возможные нагрузки на подземный объект и тем самым принять оптимальные конструктивные и технологические решения в процессе проектирования и строительства.

*Сложными горно-геологическими условиями принято считать такие, при которых строительству подземных объектов предшествует применение различных дополнительных специальных горно-строительных работ. Все сложные условия строительства можно подразделить на гидрогеологические, геомеханические, газодинамические и геотермические рис. 8.1 [12].*

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121

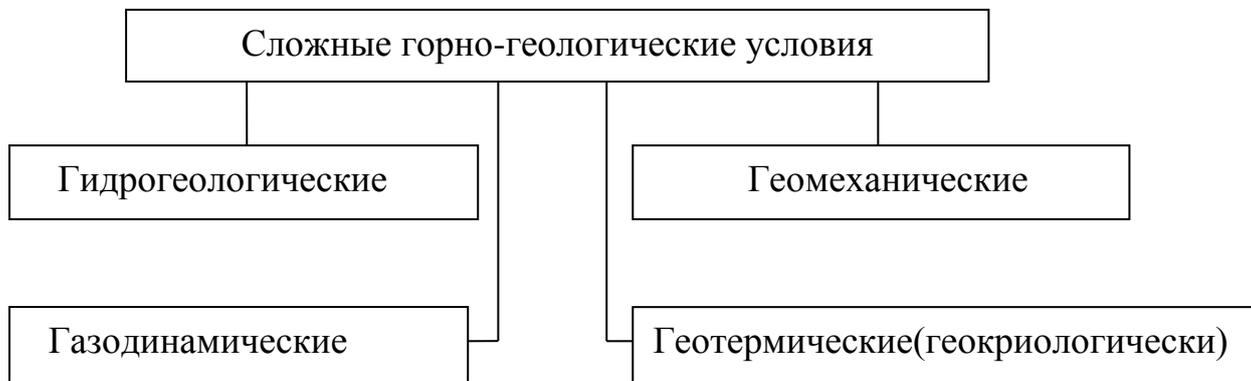


Рисунок 7.1 Сложные горно-геологические условия

### 7.3 Факторы, усложняющие строительство вентиляционного уклона NU-NE 922-931 участка «Северный»

Основными факторами, определяющими возникновение различных геотермических осложнений при строительстве горных выработок на рудниках севера, являются:

- температура мерзлых пород и шахтного воздуха и их знака переменности по времени
- суровые природно-климатические условия
- обводненность месторождений [11]

Геотермические и естественный тепловой режим горных выработок на ряде рудников месторождений северо-восточных регионов России приведены в таблице 7.1 [10]

Таблица 7.1 Геокриологические условия и естественный тепловой режим горных выработок на ряде рудников и месторождений северо-восточных регионов России

Месторождение (м) рудник (р)	Мощность зоны мерзлоты, м	Среднегодовая температура воздуха, °С	Температура пород, °С (от – до)	Температура воздуха в забоях, °С (от – до)
I тип				
Удоканское (м)	800	-8	- (0,5...7)	- (0...10)
Каральвеемский (р)	300	-13	- (2...10)	- (0...10)
Дукатский (р)	350	-12	-(3...8)	-(2...10)
Майское (м)	300	-10	- (4...8)	- (4...10)
Ирокиндинский (р)	250	-7	- (3...5)	- (2...6)
Карамкенский (р)	250	-8	- (0,5...5)	- (1...8)
Депутатский (р)	350	-11	- (3...8)	- (2...10)
Сулуматское (м)	500	-8	- (2...7)	- (1...10)
II тип				
Нежданнинский (р)	200	-10	+4...-5	+4...-5
Холбинский (р)	250	-5,1	+1...-5	+2...-5
Перекаточный (р)	150	-5	+4...-4	+4...-5
Додо (р)	100	-3,2	+4...-2	+4...-5
Желанный (р)	100	-3,5	+1...-3	+2...-4
Многовершинный (р)	50	-3	+6...-1	+8...-2
Бом-Горхонский (р)	70	-3	+4...-2	+4...-2
Холоднинское (м)	150	-5	+2...-4	+2...-4

Как видно из таблицы, влияние многолетней мерзлоты и суровых климатических условий проявляется в формировании теплового режима выработок. Для 1 группы месторождений, полностью расположенных в

креолитозоне, характерно круглогодичные отрицательные температуры шахтного воздуха (-1..-10). Для 2 группы месторождений, расположенных как в зоне мерзлоты, так и таликов, характерны знакопеременные температуры шахтного воздуха (+5..-5°C) в зависимости от высотных отметок горизонта и времени года. Наиболее характерны технологические осложнения, возникающие при строительстве горных выработок на рудниках севера, приведены в таблице 7.2.[10]

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		124

Таблица 7.2 Технологические осложнения, возникающие при ведении подземных горных работ на рудниках Севера

№ п/п	Наименование технологических осложнений	Характерные причины
1	Перемерзание систем водоснабжения (трубопроводов, шлангов, перфораторов)	Несоответствие пылеподавляющей жидкости и системы водоснабжения микроклиматическим условиям в забоях
2	Смерзаемость отбитой горной массы в рудоспусках, магазинах и проходческих забоях. Обледенение шпуров, полков, оборудования	Несоответствие концентрации растворов хлористого натрия температуре пород и шахтного воздуха
3	Замерзание водоотливных систем (канал) и наледеобразование в воздухоподающих откаточных выработках в зимний период	Переохлаждение водоотливных откаточных горных выработок (штолен) в зимнее время
4	Образование снеголедяных пробок в вентиляционных трубопроводах	Интенсификация конденсационных процессов при резком охлаждении исходящего влажного шахтного воздуха
5	Налипание и примерзание увлажненной горной массы к стенкам вагонеток в зимнее время	Низкая отрицательная температура на поверхности
6	Переохлаждение горнорабочих при активной вентиляции забоев	Отрицательная температура шахтного воздуха
7	Снижение несущей способности и устойчивости мерзлых пород	Растепление горных выработок в летний период
8	Увеличение пылеобразующей способности многолетнемерзлых горных пород при их разрушении	Повышение прочности и хрупкости горных пород при отрицательной температуре

Влияние геокриологических условий на устойчивость горных пород вокруг горных выработок при подземной разработке исследовалось в плане воздействия на термомеханические процессы в породном массиве. При этом в геокриологических условия включались следующие параметры:

температура, льдистость, влажность горных пород, мощность мерзлоты. Геомеханические особенности при влиянии геокриологических условий заключались в учете температурных зависимостей, механических и прочностных свойств горных пород, в изучении влияния образования зоны протаивания в многолетнее мерзлом массиве горных пород на устойчивость породного обнажения горной выработки при ее проветривании в летний период.

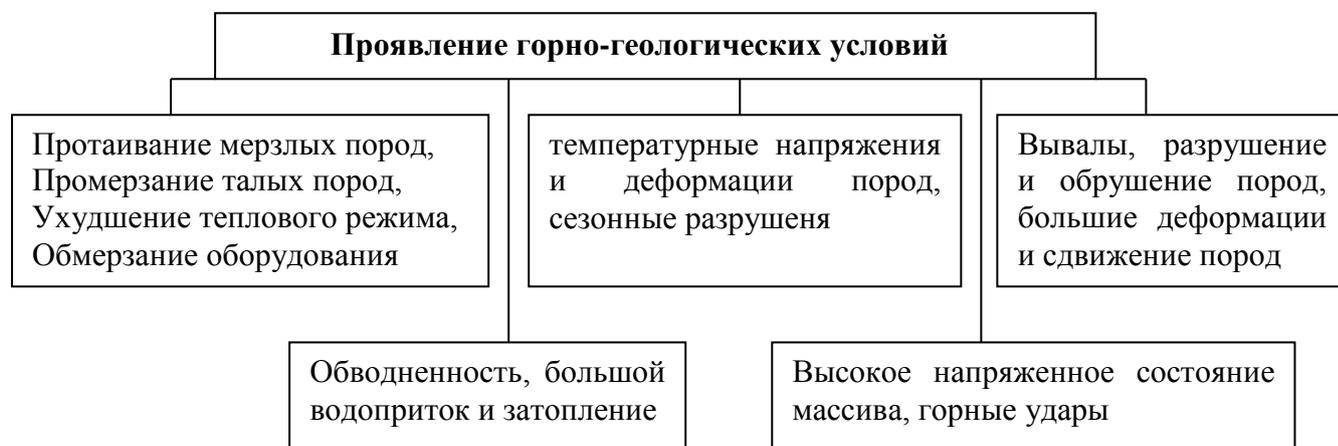
На основе анализов фактических данных по тепловому и механическому взаимодействию ММГП с крепью вентиляционного уклона предполагается получить удобные для расчетов и достаточно надежные зависимости, которые максимально учитывают особенности протекания термомеханических процессов в мерзлых породах вокруг вентиляционного уклона. Методы расчета параметров взаимодействия крепи вентиляционного уклона должны базироваться на необходимости учета влияния физико-механических свойств горных пород под воздействием тепловых процессов на механизм нагружения и деформирования конструкции крепи.

Данное положение позволит разработать расчетные схемы взаимодействия крепи вентиляционного уклона с оттаивающим мерзлым массивом горных пород, их зависимости для расчета нагрузок на крепь и выявить основные факторы, влияющие на формирование нагруженности крепи выработки. Управление параметрами термомеханического взаимодействия оттаивающего ММГП с крепью вентиляционного уклона осуществляется обеспечением заданного или допустимого уровня температурного поля приконтурного слоя пород вокруг выработки регулирования теплового режима. Поэтому при строительстве вентиляционного уклона NU-NE 922-931 геокриологические параметры являются существенным фактором определяющим сложность горно-геологических условий.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		126

На рис 7.2 сгруппированы факторы, определяющие сложность горно-геологических условий на строительство вентиляционного уклона NU-NE922-931. На основании анализа опыта эксплуатации горных выработок из всех видов горно-геологических условий выделены геокриологические параметры, которые существенно влияют на геомеханическое состояние породного массива. Проявление горно-геологических условий на северном фланге рудника Купол связаны с температурным состоянием массива горных пород, тепловым вентиляционным режимом воздуха и термомеханическим состоянием приконтурного слоя породного массива вокруг вентиляционного уклона NU. Эти проявления горно-геологических условий оказывают негативное влияние на экономические показатели строительства вентиляционного уклона. Чем сложнее горно-геологические условия, тем больше будут экономические затраты предприятия на ликвидацию последствий проявления горно-геологических условий на северном фланге

рис 7.2 [12]





автором понимается объективная целевая системная характеристика, представляющая интегральную оценку разнообразия геологических факторов, интенсивности пространственной изменчивости их параметров определяющих структуру месторождения и влияющих на разведку, изучение и эксплуатацию месторождения.

Выдвинутая формулировка Замотиным В.Б. раскрывается следующим образом.

Геологическая сложность является системной характеристикой, связанной с функциональным, морфологическим и информационным описанием системы «месторождение», отражает связи и отношения в ней на *определенный момент времени*. Сложность как системная характеристика расширяет функциональные возможности системы «месторождение», позволяя решать на ее основе ряд задач геологического, технологического и экономического характера, характеризует геологическое строение месторождения. Математический аппарат (изучения сложности) дает возможность избавиться от субъективизма при оценке сложности геологического строения различных месторождений.

Как отмечено в большинстве работ авторов [13-23], сложные объекты, и не только геологические, характеризуются неполнотой исходной информации о структуре, неопределенностью состояния, недостаточной адекватностью модели оригиналу, громоздкостью описания. Степень сложности геологического объекта зависит от интенсивности и абсолютной величины изменчивости параметров геологических факторов от точки к точке, от разнообразия факторов, определяющих структуру месторождения и влияющих на его разведку и эксплуатацию.

По мнению Замотина В.Б.[14], месторождение полезных ископаемых является динамическим объектом. Динамичность его обусловлена, во-первых, действием внутренних сил Земли, во-вторых, созидательной деятельностью человека в процессе разработки месторождений. В период разведки

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		129

месторождение не изменяет своего геологического строения и на этом этапе может рассматриваться как статическое. В связи со стадийностью разведки месторождений геологическая сложность всегда относительна и отражает уровень наших знаний о действительном строении геологического объекта путем его изучения *элементарными объемами* определенного пространственного масштаба и на определенный момент времени.

Разработанная автором Иудиным М.[12] классификация сложности горно-геологических условий рудных месторождений Севера представляет собой матрицу разнородных количественных и качественных параметров горно-геологических и горно-технических показателей, весьма трудно между собой сопоставимых функций. Для оценки сложности горно-геологических условий рудных месторождений предлагается применить следующую методику.

Чтобы оценить сложность горно-геологических условий конкретного месторождения, необходимо сравнить параметры условий с горно-геологическими условиями других месторождений. Для этого необходимо создать базу данных по месторождениям региона. В эту базу данных включить и отработанные месторождения, по которым имеются фактические результаты влияния горно-геологических факторов на состояние и безопасность горных работ. Чтобы повысить достоверность оценки, необходимо разработать достаточно большую базу данных по отработанным рудным месторождениям и вновь проектируемых рудных тел. Чем больше будет вариантов для сравнения, тем надежнее будет расчетный критерий сложности горно-геологических условий месторождения.

Пусть имеем базу данных из  $n$  вариантов рудных месторождений, в которую входит и рассматриваемое месторождение со своими горно-геологическими условиями. Каждое месторождение обладает комплексом горно-геологических параметров  $N_1, N_2, \dots, N_m$ . Далее составляется прямоугольная матрица  $P$  размером  $m \times n$ :

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
						130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P = \{ N_{ij} \} \begin{vmatrix} N_{11} & N_{12} & N_{13} & N_{1n} \\ N_{21} & N_{22} & N_{23} & N_{2n} \\ N_{31} & N_{32} & N_{33} & N_{3n} \\ N_{m1} & N_{m2} & N_{m3} & N_{mn} \end{vmatrix}$$

где  $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ ;  $N_{ij}$  – значение показателя  $N_j$  для  $j$ -го месторождения.

В первый столбец матрицы  $P$  записываются параметры горно-геологических условий рассматриваемого месторождения. В остальных столбцах матрицы заносятся параметры других месторождений, входящие в базу данных. По каждой строке матрицы выбирается наилучшее значение одного горно-геологического условия, которое назовем эталонным значением данного условия. Оно может быть максимальным или минимальным значением, что определяется степенью влияния на эффективность отработки рудного тела. Для оценки можно использовать результаты научных исследований или результаты экспертного анализа специалистов горного производства. Из всех наилучших значений составляется эталон-вариант, который можно охарактеризовать как эталонное месторождение с наилучшими горно-геологическими условиями для подземной разработки. Это будет виртуальное месторождение, у которого горно-геологические условия идеально подходят для эффективной отработки месторождения на момент оценки горно-геологических условий с учетом современного уровня развития техники и технологии добычи полезного ископаемого. Ясно, что у такого месторождения критерий сложности горно-геологических условий будет равен нулю. Остальные месторождения будут иметь критерий от нуля до единицы. Чем ближе значения критерия изучаемого месторождения к нулю, тем меньше влияние горно-геологических условий на эффективность отработки данного месторождения.

Тогда критерий оценки сложности горно-геологических условий рудного месторождения запишем в следующем виде:

$$\Delta Z_j = \frac{\sum_{i=1}^k (N_i^{\text{эм}} - N_{ij}^{\text{ф}}) - \sum_{i=k+1}^m (N_i^{\text{эм}} - N_{ij}^{\text{ф}})}{\sum_{i=1}^k (N_i^{\text{эм}} + N_{ij}^{\text{ф}}) - \sum_{i=k+1}^m (N_i^{\text{эм}} + N_{ij}^{\text{ф}})} \quad (2)$$

где  $\sum_{i=1}^k N_i$  - сумма «положительных» параметров;  $\sum_{i=k+1}^m N_i$  - сумма «отрицательных» параметров. Индекс «ф» относится к конкретному месторождению; индекс «эм» относится к условиям эталона-варианта.

Для определения сложности горно-геологических условий выполняем следующую процедуру. По каждой строке анализируем значения показателей. Если эти показатели превосходят значения эталона-варианта, то этот показатель относится к «отрицательным» параметрам. В противном случае нужно будет отнести его к «положительному» параметру.

Тогда критерием оценки сложности горно-геологических условий (2) будет следующее:  $\Delta Z_j \rightarrow \min$ .

Применение данного критерия приводит к различным ситуациям.

1)  $\Delta Z. = 0$ . Это означает, что показатели данного варианта равны показателям эталона-варианта. Случай имеет только теоретическое значение.

2)  $0 < \Delta Z. < 1$ . Данная ситуация соответствует нормальному случаю и позволяет оценить сложность горно-геологических условий месторождения.

В соответствии с возможными значениями критерия сложности предлагается следующая классификация рудных месторождений по сложности горно-геологических условий и их влиянию на эффективность подземной разработки полезных ископаемых (табл. 7.3) [12].

Таблица 7.3 Классификация рудных месторождений по сложности горно-геологических условий

Категория сложности	Критерий сложности $\Delta Z$
1	0-0,1
2	0,1-0,3
3	0,3-0,6
4	0,6-1

Разработанная методика авторами Урбаевым Д.А. и др [9] позволяет осуществлять оценку сложности природно геологических условий месторождения при их известных качественных и количественных показателей по отдельности и в необходимой совокупности в интегральном плане. В ней присутствуют многофакторные математические модели, обеспечивающие возможность расчета сложностей природно-геологических условий месторождений и технологических параметров их отработки по качествам, детерминированным и вероятностным признаком по нормированным показателям.

Помимо перечисленных выше преимуществ данной методики, она позволяет произвести оценку сложности природно-геологических условий применительно к строительству проектируемым мною вентиляционным уклоном NU-NE 922-931. Что говорит о высокой адаптивности к новой задаче данной методики.

### **7.5 Оценка сложности горно-геологических условий строительства выработок в условиях рудника "Купол"**

По результатам наблюдений следует отметить, что в холодные периоды температура горных пород близка к температуре пород в их естественном мерзлом состоянии. В теплое время года, в результате поступления в вентиляционный уклон теплого воздуха с поверхности, а также от работающего технологического транспорта и ряда других факторов, происходит интенсивное растепление пород, при этом температура породы достигает 6 – 8 градусов тепла. Колебания положительных и отрицательных температур в горных породах на глубине 1-2 м от стенок выработок находятся в тесной связи с сезонными климатическими колебаниями наружного воздуха.

В связи с этим необходимо становится оценить сложность геокриологических условий по фактору температуры наружного воздуха в летний период года.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
						133
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В результате проведенного анализа методик оценки сложностей горно-геологических условий при строительстве и разработке месторождений выбрана, по моему мнению, наиболее простая и удобная методика, разработанная Урбаевым Д.А. [9]

В приложении представлены статистические данные по летним месяцам последних 3-х лет в окрестностях рудника Купол и рассчитаны среднеарифметические отклонения в большую и меньшую сторону от среднего значения температуры наружного воздуха.

Там же представлены расчеты среднеарифметического значения температуры наружного воздуха за все годы, среднеарифметического отклонения в меньшую и большую стороны от среднего значения исходных данных в абсолютных выражениях

### **Моделирование существенности признака**

Согласно методике [9] оценку сложности геокриологических условий строительства вентиляционного уклона определяем в первую очередь двумя структурными частями- сложностью величин признаков и сложностью их изменчивости (температура наружного воздуха, как вероятностного признака). В свою очередь, сложности величин температур наружного воздуха и сложности их изменчивости зависят от существенности величин и их изменчивости.

Показатель существенности величин температур имеет большое значение при оценке сложностей геокриологических условий, как показано в таблице 7.1 [10] Он показывает долю конкретного показателя  $a$  относительно максимального значения  $A$ :

Для количественных признаков

$$S_{\text{кол}} = \frac{a}{A}, \quad (3)$$

где  $a$  - среднеарифметическое значения температуры наружного воздуха за все годы в летний период времени;  $A$  – максимальная температура наружного воздуха за все года в летний период времени.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		134

Согласно исходных данных  $A=30.2$  и проведенных расчетов  $a=15.7$

Существенность  $s_t=0.52$

### **Моделирование изменчивости признака**

Большинство природных признаков и технико-экономических показателей принимают только положительные значения, являются действительными положительными величинами. Наш рассматриваемый показатель температуры наружного воздуха в летнее время в окрестностях рудника Купол по большому счету относится к таким. Теоретически величины таких признаков и показателей не могут подчиняться закону нормального распределения, так как левая сторона распределения ограничивается нулевым значением, а правая нередко не имеет ограничений.

Преимущества применяемой мною методики заключается в переводе величин изучаемых признаков или параметров в относительной от максимальных значений выражения, что обеспечивает, во первых, ограничение по максимальной величине равной 1, во вторых все величины в целом будут находиться в нормированном от 0 до 1 поле рассеяния, что в принципе обеспечивает перевод величин различных признаков и показателей в единое вероятностное поле с нормированной шкалой рассеяния.

Важным выводом при рассмотрении соотношения положительных и отрицательных отклонений состоит в том, что на основе среднеарифметических отклонений, возможно оценить изменчивость признака, при том в нормированной шкале.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135

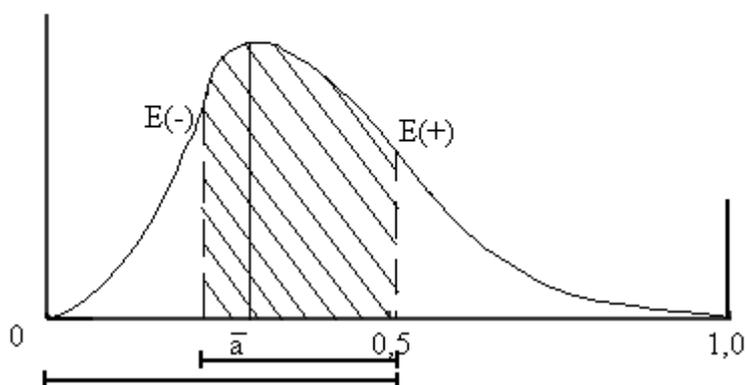


Рисунок 7.2 – Схема определения изменчивости признаков при их правостороннем асимметричном распределении

Так как  $E_-$  меньше чем  $E_+$  то имеет место ассимитричная правостороннее распределение значений температуры наружного воздуха рис 7.2.

Изменчивость определяется по формуле

$$u = \frac{E_{(-)} + E_{(+)}}{a + E_{(+)}} \quad (4)$$

де  $E_{(-)}$  и  $E_{(+)}$  – соответственно среднеарифметические отклонения в большую и меньшую стороны от среднего значения исходных данных в абсолютных выражениях.

Расчеты представлены в приложении 1.

Изменчивость  $u=0.47$

### Оценка сложности температуры наружного воздуха

Сложность величин признаков и их изменчивости равны значениям существенности величин признаков и их изменчивости.

Сформируем модель расчета сложности температуры наружного воздуха по формуле:

$$\lambda_{ij} = (s_{ij}^2 + u_{ij}^2) / (s_{ij} + u_{ij}), \quad (5)$$

где  $s$ - существенность;  $u$ - изменчивость

В итоге мы нашли сложность отдельного признака – температуры наружного воздуха в летний период.

Далее, для расчета интегральной оценки сложности группы признаков геокриологической сложности строительства вентиляционного уклона, необходимо будет произвести аналогичные расчеты сложностей по таким признакам как льдистость, влажность горных пород, мощность мерзлоты. Затем выявить значимости каждого признака и в итоге интегральную сложность группы геокриологических признаков. Далее выйти на интегральную сложность горно-геологических условий.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		137

## 8 Экономическая часть

### 8.1 Расчет смет на строительство вентиляционного и транспортного уклонов.

Составлены сметы в ценах 2001 года на строительство вентиляционного и транспортного уклонов.

Стоимость горно-проходческих работ в локальных сметах определена по сборниками калькуляции ФЕР-2001. Произведен пересчет в текущий уровень цен на 4 квартал 2016г., индекс перевода для 1 зоны Красноярского края – Красноярск, равен 7,36.

Накладные расходы приняты по видам строительства от фонда оплаты труда рабочих строителей механизаторов согласно и "Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве МДС 81-33. 2004", 106%. Сметная прибыль - от фонда оплаты труда рабочих - строителей и механизаторов по укрупненным нормативам для нового строительства – 65%.

В данной работе представлены локальные сметы на строительство вентиляционного и транспортного уклонов, которые представлены в таблицах 8.1 и 8.2 соответственно.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		138

8.1  
стоимость  
строительства  
вентиляционного  
о уклоне

Обоснование	Наименование работы	Единицы измерения	Кол-во	Всего	В том числе			в том числе			
					ОЗП	ЭМ	ЗПМ	ОЗП	ЭМ	ЗПМ	
ФЕР 35-01-115-05	Прохождение наклонных выработок до 13 градусов и их сопряжений взрывным способом сверху вниз и снизу вверх в шахтах, на оплосных по метану или пыли, площадью сечения от 20 м до 40 м <sup>2</sup> , коэффициент крепости: 10-12, крепости пород: 10-12	100м3	268	39292.36	1583.55	31800.39		424391.4	8522504.5		1583456.56
ФЕР 35-01-561-11	Установка металлических штанг в кровлю в породах, коэффициент крепости: 10-12, длина штанг от 1,5 до 2 м	100 КОМПЛ.штанг	78	5074.99	1023.47	3184.3		79830.66	248375.4		67643.16
ФЕР 35-01-570-03	Установка железобетонных штанг в стене, коэффициент крепости пород: 10-12	100 КОМПЛ.штанг	46	4387.95	1316.38	2239.85		60553.48	103033.1		38259.12
109-9051	Штанги (анкера)	Т	22.32	4076.1							90978.26
ФЕР 35-01-715-01	Навеска вентиляционных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8 м, угол наклона выработки: до 13 градусов	100м	10	665.61	152.14	1.91		1521.4	19.1		5115.6
Итого прямые затраты в ценах 2001 года					11 225 681.76			566296.9			1785452.7
Накладные расходы (НР 95%)					537 982.09						
Сметная прибыль (СП 50%)					283 148.47						
Сметная стоимость в ценах 2001 года					12 046 812.32						
Сметная стоимость в ценах 2016 года					88 664 538.70						
Итого с учетом НДС 18%					104 624 155.67						

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

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

139

Таблица 8.3 – Технико-экономические показатели вентиляционного уклона

1. Сечение выработки в свету, м <sup>2</sup>	2. Сечение выработки, в черне, м <sup>2</sup>	3. Сечение выработки в проходке, м <sup>2</sup>	Всего		В том числе			Значение
			ОЗП	Материалы	ОЗП	ЭМ	ЗПМ	
1168322,25	1166193,54	1169208,66	1115,6	118840,05				
Наименование показателя								
6816,95	104728,11	116274,14	511,56					
11698194	1600880,1	2473712	6656,1	15779442	822711,1			
448672,5	124362	248155,2	1521,4	781575,55				
	10324,58	16348,17	19,1	411355,55	26,8			
				16972373				
				124916667				
				147401667				
Итого прямые затраты в ценах 2001 года								
Накладные расходы (НР 9%)								
Сметная прибыль (СП 50%)								
Сметная стоимость в ценах 2001 года								
Сметная стоимость в ценах 2016 года								
Итого с учетом НДС 18%								
100м <sup>3</sup>	255	45875,27	1759,5	37298,82	6816,95	11698194	448672,5	
100м <sup>3</sup>	14	114348,6	8883	737,47	104728,11	1600880,1	124362	
100м <sup>3</sup>	19	130195,4	13060,8	860,43	116274,14	2473712	248155,2	
100м	10	665,61	152,14	1,91	511,56	6656,1	1521,4	
Итого прямые затраты в ценах 2001 года								
Накладные расходы (НР 9%)								
Сметная прибыль (СП 50%)								
Сметная стоимость в ценах 2001 года								
Сметная стоимость в ценах 2016 года								
Итого с учетом НДС 18%								

8.2 Сметная стоимость строительства транспортно-уклона

Таблица 8.2 – Сметная стоимость строительства транспортно-уклона

4. Длина выработки, м	5. Общее число циклов в смену, шт.	6. Подвигание забоя за цикл, м	7. Коэффициент использования шпуров, доли ед.	8. Продолжительность цикла, час.	9. Число циклов в смену, шт.	10. Число циклов в сутки, шт.	11. Скорость подвигания забоя, м/мес.	Единицы измерения	Кол-во	Всего	В том числе		
											ОЗП	ЭМ	ЗПМ
13	15	0,8	0,8	1,5	35	01	459	100м <sup>3</sup>	255	45875,27	1759,5	37298,82	6816,95
13	15	0,8	0,8	1,5	35	01	459	100м <sup>3</sup>	14	114348,6	8883	737,47	104728,11
13	15	0,8	0,8	1,5	35	01	459	100м <sup>3</sup>	19	130195,4	13060,8	860,43	116274,14
13	15	0,8	0,8	1,5	35	01	715	100м	10	665,61	152,14	1,91	511,56

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП - 130400.65-2017 121100605

12. Стоимость проведения всей выработки, руб.	104624655
13. Стоимость проведения 1 пог. метра выработки, руб.	
14. Стоимость проведения 1 м <sup>3</sup> выработки, руб.	
15. Продолжительность проходки выработки, мес.	8,3

Таблица 8.4 – Техничко-экономические показатели транспортного уклона

Наименование показателя	Значение
1 Сечение выработки в свету, м <sup>2</sup>	22,2
2. Сечение выработки вчерне, м <sup>2</sup>	25,4
3. Сечение выработки в проходке, м <sup>2</sup>	25,5
4. Длина выработки, м	1000
5. Общее число шпуров, шт.	61
6. Подвигание забоя за цикл, м	3,5
7. Коэффициент использования шпура, доли ед.	0,96
8. Продолжительность цикла, час.	36
9. Число циклов в смену, шт.	0,33
10. Число циклов в сутки, шт.	0,66
11. Скорость подвигания забоя, м/мес.	69,3
12. Стоимость проведения всей выработки, руб.	147401667
13. Стоимость проведения 1 пог. метра выработки, руб.	
14. Стоимость проведения 1 м <sup>3</sup> выработки, руб.	
15. Продолжительность проходки выработки, мес.	14,4

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технические решения принятые в моем проекте опираются на современный опыт , производительное горное оборудование и экономически оправданные методы организации работ.

Данный дипломный проект содержит восемь разделов. В них приведены расчеты 2 выработок (вентиляционный уклон, транспортный уклон) и рассмотрена оценка сложностей горно-геологических условий строительства выработки. Подробно рассмотрены все процессы проходки и стоимость сооружения выработок, составлены паспорта крепления и БВР.

При расчете вентиляционного уклона,  $S_q=26 \text{ м}^2$ , была принята укрепленная комбинированная крепь с применением анкеров  $l_a=1,7\text{м}$ , металлической сетки и набрызг-бетона толщиной 0,05м; рассчитан и составлен паспорт БВР на 69 шпуров; рассчитано проветривание выработки и выбран вентилятор Alphair 4500-VAX-2700(ВМП); для транспортировки горной массы принята ПДМ типа Togo 1400D и автосамосвал типа CAT AD 45; составлена циклограмма на проведение проходки вентиляционного уклона. Общая стоимость сооружения вентиляционного уклона составила: на всю выработку 104624155,67 руб.

При расчете транспортного уклона,  $S_q=25,4 \text{ м}^2$ , была принята монолитная бетонная крепь толщиной 0,17 м в замке свода и 0,2 м в пяте свода; рассчитан и составлен паспорт БВР на 61 шпура; рассчитано проветривание выработки и выбран вентилятор Alphair 4500-VAX-2700(ВМП); для транспортировки горной массы принята ПДМ типа Togo 1400D и автосамосвал типа CAT AD 45; составлена циклограмма на проведение проходки вентиляционного уклона. Общая стоимость сооружения вентиляционного уклона составила: на всю выработку 147401667 руб.

Проведена оценка сложностей геокриологических условий строительства выработки.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		142

### Список литературы

- 1) СП 91.13330.2012 «Подземные горные выработки». Актуализированная редакция СНиП II-94-80/ – Введ 1.01.2013г.– Москва 2013 – с52.
- 2) ТЭО (ПРОЕКТ) СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КУПОЛ
- 3) Проектная документация на подземную разработку участка «Северный» золото-серебряного месторождения Купол
- 4) Федеральные нормы и правила безопасности в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.12.2013 №599.
- 5) Документация на техническое перевооружение рудника «Купол», в части изменения технологического процесса транспортирования горной массы на поверхность на участке «Северный»/ Маматюсупов Т.Т. Угрюмов О.В.
- 6) Шахтное и подземное строительство: [лабораторный практикум] : учебное пособие/ Д. А. Урбаев; Сибирский федеральный университет [СФУ]
- 7) Строительство горизонтальных и наклонных горных выработок: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов горных специальностей / Составитель Ю.П. Требуш; ФГАОУ ВПО СФУ. Красноярск, 2013. – 59 с.
- 8) Единые нормы времени и выработки на горные работы для рудников цветной металлургии /М-во цв. металлургии СССР. – М.: 1983, 198 с.
- 9) Урбаев Д.А., Урбаев А.О., С.А.Вохмин. Количественная оценка сложности месторождений. (на примере жильных месторождений

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		143

золота юга Центральной Сибири). LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.

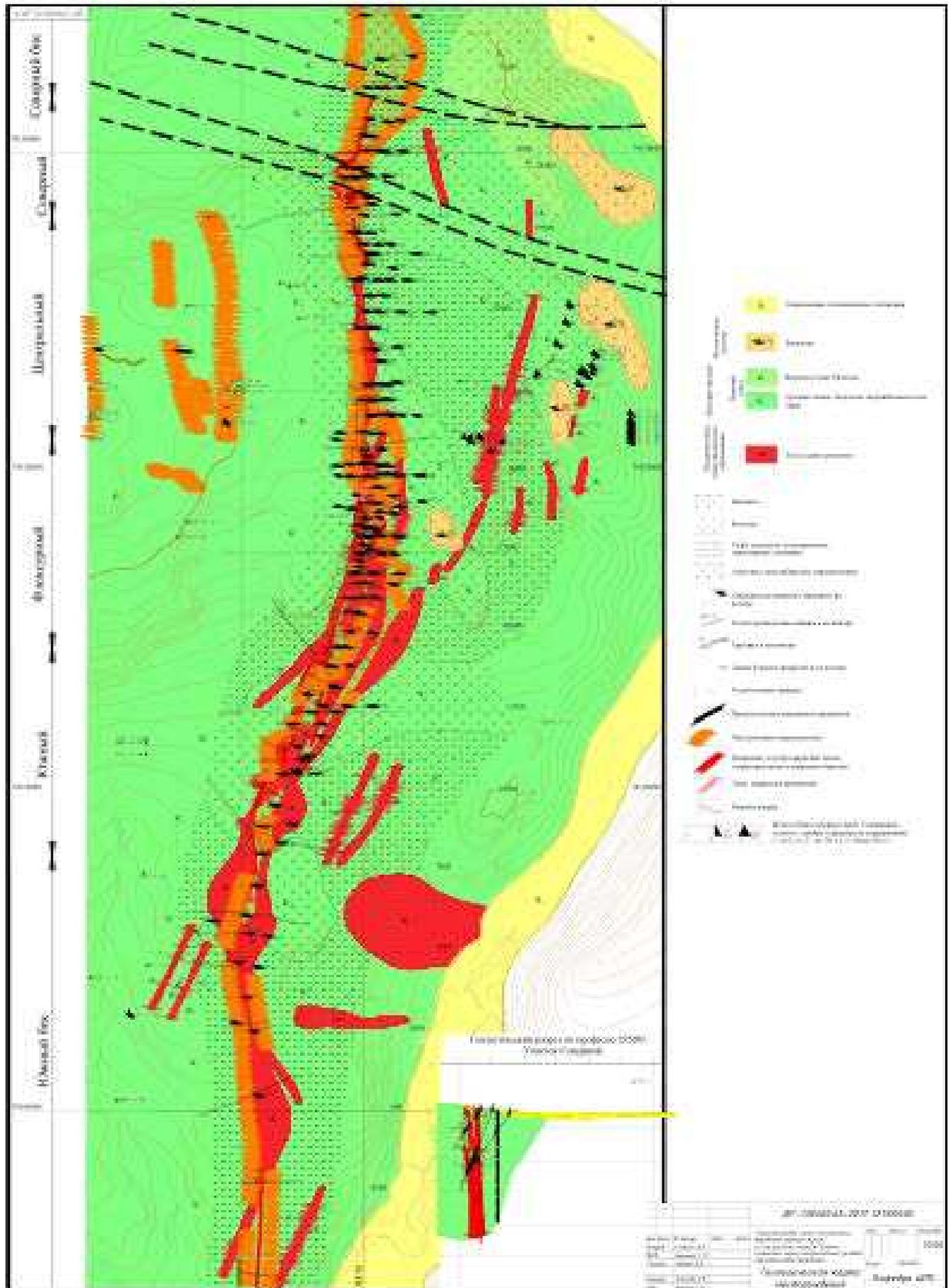
- 10) Воронов Е.Т., Воронов Д.Е., Бондарь И.А. Влияние температурного фактора на процессы ведения подземных горных работ в условиях вечной (многолетней) мерзлоты // Известия вузов. Горный журнал. 2006. № 4. С. 55-62.
- 11) Дядькин Ю.Д. Основы горной теплофизики для шахт и рудников Севера. М.: Недра, 1968. 256 с.
- 12) М.М. Иудин Оценка сложности горно-геологических условий рудных месторождений Севера // Вестник ЯГУ. – 2008. – 5 №3. – С. 10-17
- 13) Замотин В.Б. Сложность как характеристика геологического строения месторождения // Сб. Физико-технические проблемы добычи и обогащения полезных ископаемых. М.: 1980 – с.165-169.
- 14) Замотин В.Б. Геометризация рудных месторождений с оценкой сложности геологоразведочных факторов для эксплуатационной разведки и разработки / Дисс. канд. техн. наук. М.: 1981.
- 15) Руденко В. В. Методика оценки геологической сложности различных участков месторождения в период его отработки / Руденко В. В., Парадзин-ский О.Н. // Горный журнал. М.: Руда и металлы, 1984, №8. - с.
- 16) Боровский Д.И. Оптимизация извлечения полезных ископаемых из недр на основе эксплуатационной геометризации рудных месторождений / Дисс. доктора техн. наук. М.: 1995. 390 с.
- 17) Лаврентьев И.Г. О комплексной оценке изменчивости совокупности геологических факторов. / Лаврентьев И.Г., Пашко А.Г. // Сб. Физико-технические проблемы добычи и обогащения полезных ископаемых. — М.: 1980. с.88-92.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		144

- 18) Лаврентьев И.Г. Разработка методики оценки горно-геологической сложности на основе геометризации рудных месторождений для рациональной их отработки / Дисс. канд. техн. наук. М.: 1984. 149 с.
- 19) Резниченко С.С. Математическая оценка сложности разработки месторождения / Резниченко С.С., Рогожникова Е.И., Марин И.Ф. // Сб. мат. к семинару «Результаты и перспективы геометризации месторождений минерального сырья». -М.: 1969. — с.74-75.
- 20) Резниченко С.С. Математическое моделирование в горной промышленности. М.: Недра, 1981. - с. 200-207.
- 21) Количественные методы прогнозирования месторождений. Ленинград: ВСЕГЕИ, 1980.
- 22) Чагин М.М. Применение теории информации при решении геологических задач. М.: ВИЭМС, 1977.
- 23) Воронин Ю.А. Геология и математика // Труды ИГиГД СО АН СССР. -Новосибирск: Наука, 1967. -255с.

					ДП -130400.65-2017 121100605	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		145

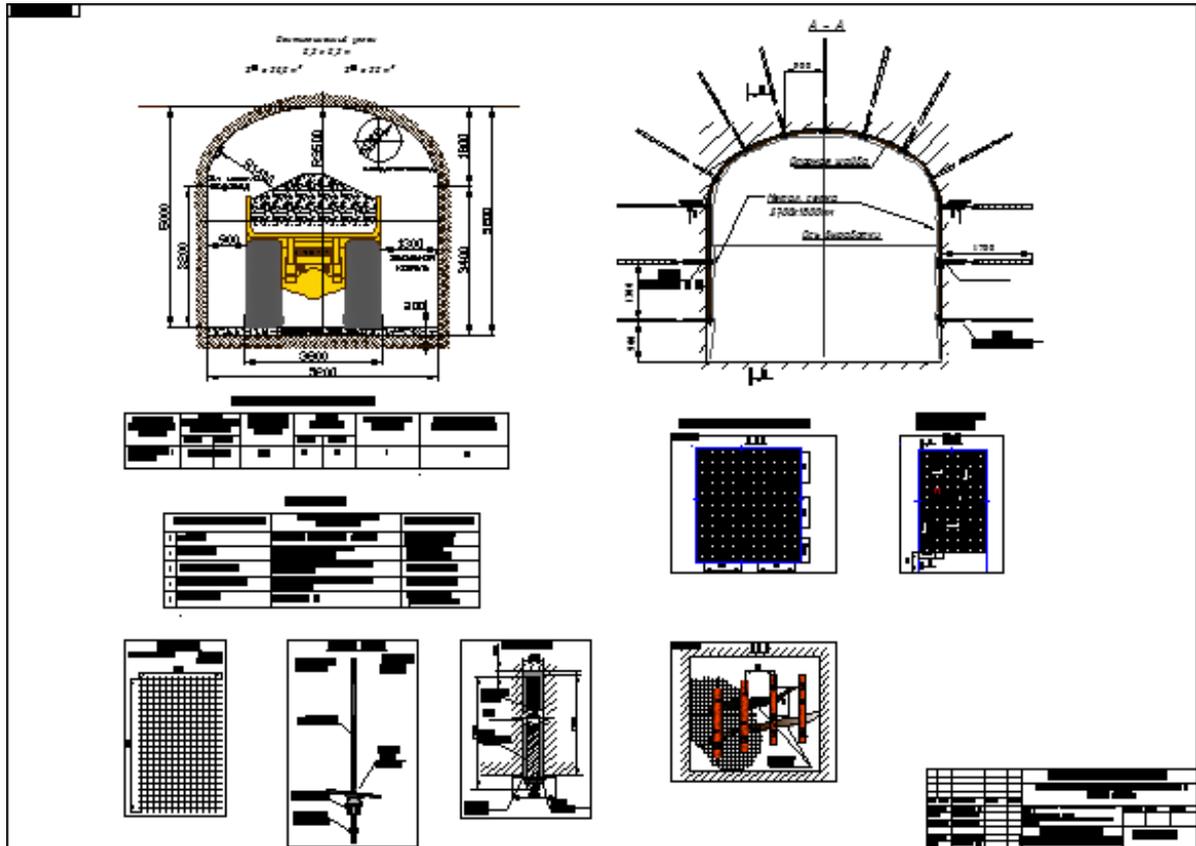
# ПРИЛОЖЕНИЕ А Геологическая часть



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б Строительство вентиляционного уклона



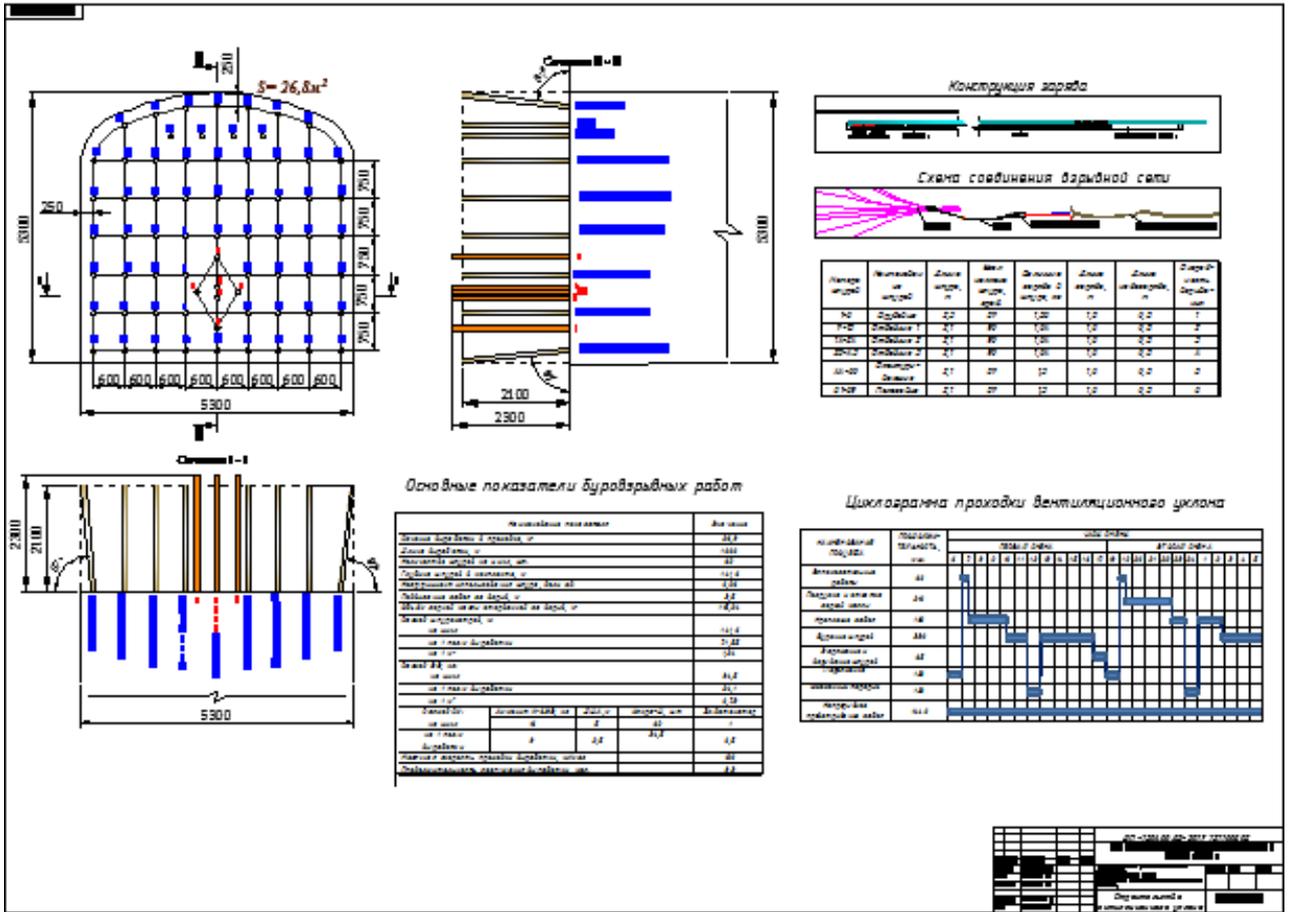
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

147

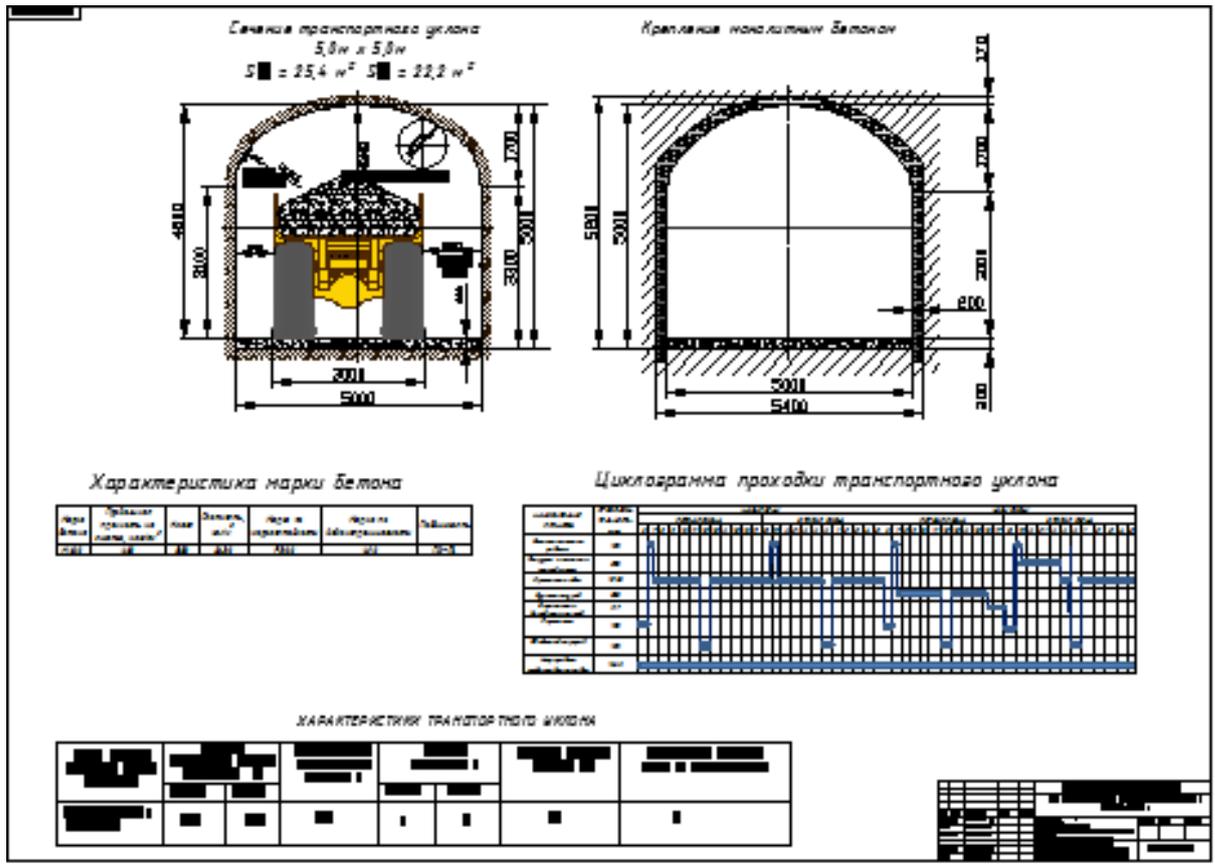
# ПРИЛОЖЕНИЕ В Строительство вентиляционного уклона



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

ДП -130400.65-2017 121100605

# ПРИЛОЖЕНИЕ Г Строительство транспортного уклона



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

149



# ПРИЛОЖЕНИЕ Е Оценка сложностей горно-геологических условий

### Классификация горно-геологических условий по Б.А. Картозия

Сложные горно-геологические условия

```

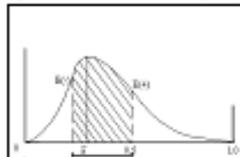
          graph TD
            A[Сложные горно-геологические условия] --> B[Гидрогеологические]
            A --> C[Геомеханические]
            A --> D[Геохимические (геоэкологические)]
            
```

### Методика оценки сложности природно-геологических условий обторы С.А. Вахмин, Д.А. Фролов и др.

Сложность определяется по формуле:

$$SF = m/A$$

где  $m$  – среднеарифметическое значение температуры наружного воздуха за 2011–2015 и 2016–2018 летний период фактом;  $A$  – максимальная температура наружного воздуха за 2011–2015 и 2016–2018 летний период фактом.



Сложность определяется по формуле:

$$a = (E_1 - E) / (E_1 + E)$$

где  $E_1$  и  $E$  – соответственно среднеарифметические значения температуры с наветренной и подветренной стороны от фактора значения глобальной температуры воздуха.

Модель расчета сложности температуры наружного воздуха:

$$t_{U} = (t_{S}^2 + t_{U}^2) / (t_{S} + t_{U})$$

Результаты расчетов сложности температуры наружного воздуха, t\*

S	U	λ
0,52	0,47	0,5

### Факторы усложняющие строительство вентиляционного уклона участка "Северный" по Б.Т. Воронцов и А.А. Бондарь

№	Исходные температурные условия	Характерные признаки
1	Перепады высот, обильные тучные росы, туманы, перепады температур	Нестабильные температурные условия и наличие обильных осадков (дождь, туман)
2	Средственный уровень моря в долине, наличие и перепады высот, обильные росы, туман, туманы	Нестабильные температурные условия, перепады температуры между температурой моря и высотой фактора
3	Перепады высот, наличие туманов и осадков, перепады температур, перепады температур	Нестабильные температурные условия, перепады температур, перепады температур
4	Перепады высот, перепады температур, перепады температур	Нестабильные температурные условия, перепады температур, перепады температур
5	Наличие и перепады температур, перепады температур	Наличие перепадов температур на территории
6	Перепады высот, перепады температур, перепады температур	Нестабильные температурные условия, перепады температур, перепады температур
7	Наличие туманов, перепады температур, перепады температур	Наличие туманов и перепадов температур на территории



**ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Расчет сложности по температуре наружного воздуха**

Дата	Температура воздуха	Отклонение от средней величины	E <sub>(-)</sub>	E <sub>(+)</sub>
01.06.2014 12:00	2,7	13,0	13,0	0,0
02.06.2014 12:00	3,2	12,5	12,5	0,0
03.06.2014 12:00	5,7	10,0	10,0	0,0
04.06.2014 12:00	6,2	9,5	9,5	0,0
05.06.2014 12:00	7,4	8,3	8,3	0,0
06.06.2014 12:00	9,5	6,2	6,2	0,0
07.06.2014 12:00	7,0	8,7	8,7	0,0
08.06.2014 12:00	10,4	5,3	5,3	0,0
09.06.2014 12:00	9,8	5,9	5,9	0,0
10.06.2014 12:00	14,1	1,6	1,6	0,0
11.06.2014 12:00	11,6	4,1	4,1	0,0
12.6.2014 12:00	10,8	4,9	4,9	0,0
13.6.2014 12:00	0,0	15,7	15,7	0,0
14.6.2014 12:00	10,0	5,7	5,7	0,0
15.06.2014 12:00	11,7	4,0	4,0	0,0
16.06.2014 12:00	7,5	8,2	8,2	0,0
17.06.2014 12:00	13,1	2,6	2,6	0,0
18.06.2014 12:00	6,7	9,0	9,0	0,0
19.06.2014 12:00	9,8	5,9	5,9	0,0
20.06.2014 12:00	4,2	11,5	11,5	0,0
21.06.2014 12:00	10,7	5,0	5,0	0,0
22.06.2014 12:00	11,9	3,8	3,8	0,0
23.06.2014 12:00	10,5	5,2	5,2	0,0
24.06.2014 12:00	15,1	0,6	0,6	0,0
25.06.2014 12:00	18,6	-2,9	0,0	2,9
26.06.2014 12:00	19,8	-4,1	0,0	4,1
27.06.2014 12:00	21,2	-5,5	0,0	5,5
28.06.2014 12:00	17,8	-2,1	0,0	2,1
29.06.2014 12:00	17,8	-2,1	0,0	2,1
30.06.2014 12:00	14,6	1,1	1,1	0,0
01.07.2014 12:00	9,8	5,9	5,9	0,0
02.07.2014 12:00	15,5	0,2	0,2	0,0
03.07.2014 12:00	15,6	0,1	0,1	0,0
04.07.2014 12:00	7,9	7,8	7,8	0,0
05.07.2014 12:00	8,1	7,6	7,6	0,0
06.07.2014 12:00	12,5	3,2	3,2	0,0
07.07.2014 12:00	17,1	-1,4	0,0	1,4

Продолжение страницы

08.07.2014 12:00	16,6	-0,9	0,0	0,9
09.07.2014 12:00	20,4	-4,7	0,0	4,7
10.07.2014 12:00	22,6	-6,9	0,0	6,9
11.07.2014 12:00	23,0	-7,3	0,0	7,3
12.07.2014 12:00	23,2	-7,5	0,0	7,5
13.07.2014 12:00	24,9	-9,2	0,0	9,2
14.07.2014 12:00	27,4	-11,7	0,0	11,7
15.07.2014 12:00	24,8	-9,1	0,0	9,1
16.07.2014 12:00	14,9	0,8	0,8	0,0
17.07.2014 12:00	10,3	5,4	5,4	0,0
18.07.2014 12:00	16,1	-0,4	0,0	0,4
19.07.2014 12:00	19,0	-3,3	0,0	3,3
20.07.2014 12:00	19,8	-4,1	0,0	4,1
21.07.2014 12:00	7,0	8,7	8,7	0,0
22.07.2014 12:00	11,2	4,5	4,5	0,0
23.07.2014 12:00	12,8	2,9	2,9	0,0
24.07.2014 12:00	12,6	3,1	3,1	0,0
25.07.2014 12:00	10,0	5,7	5,7	0,0
26.07.2014 12:00	16,9	-1,2	0,0	1,2
27.07.2014 12:00	15,0	0,7	0,7	0,0
28.07.2014 12:00	21,3	-5,6	0,0	5,6
29.07.2014 12:00	20,1	-4,4	0,0	4,4
30.07.2014 12:00	13,8	1,9	1,9	0,0
31.07.2014 12:00	18,2	-2,5	0,0	2,5
01.08.2014 12:00	19,7	-4,0	0,0	4,0
02.08.2014 12:00	22,6	-6,9	0,0	6,9
03.08.2014 12:00	22,9	-7,2	0,0	7,2
04.08.2014 12:00	23,7	-8,0	0,0	8,0
05.08.2014 12:00	24,8	-9,1	0,0	9,1
06.08.2014 12:00	22,5	-6,8	0,0	6,8
07.08.2014 12:00	19,0	-3,3	0,0	3,3
08.08.2014 12:00	21,3	-5,6	0,0	5,6
09.08.2014 12:00	23,1	-7,4	0,0	7,4
10.08.2014 12:00	21,0	-5,3	0,0	5,3
11.08.2014 12:00	17,8	-2,1	0,0	2,1
12.08.2014 12:00	16,6	-0,9	0,0	0,9
13.08.2014 12:00	17,5	-1,8	0,0	1,8
14.08.2014 12:00	17,7	-2,0	0,0	2,0
15.08.2014 12:00	18,2	-2,5	0,0	2,5
16.08.2014 12:00	19,3	-3,6	0,0	3,6
17.08.2014 12:00	19,8	-4,1	0,0	4,1
18.08.2014 12:00	12,4	3,3	3,3	0,0
19.08.2014 12:00	12,2	3,5	3,5	0,0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

154

Продолжение страницы

20.08.2014 12:00	10,8	4,9	4,9	0,0
21.08.2014 12:00	17,4	-1,7	0,0	1,7
22.08.2014 12:00	15,9	-0,2	0,0	0,2
23.08.2014 12:00	17,2	-1,5	0,0	1,5
24.08.2014 12:00	10,8	4,9	4,9	0,0
25.08.2014 12:00	10,0	5,7	5,7	0,0
26.08.2014 12:00	10,1	5,6	5,6	0,0
27.08.2014 12:00	8,6	7,1	7,1	0,0
28.08.2014 12:00	8,0	7,7	7,7	0,0
29.08.2014 12:00	10,3	5,4	5,4	0,0
30.08.2014 12:00	10,2	5,5	5,5	0,0
31.08.2014 12:00	9,6	6,1	6,1	0,0
01.06.2015 12:00	6,4	9,3	9,3	0,0
02.06.2015 15:00	10,5	5,2	5,2	0,0
03.06.2015 15:00	11,0	4,7	4,7	0,0
04.06.2015 15:00	13,5	2,2	2,2	0,0
05.06.2015 15:00	12,7	3,0	3,0	0,0
06.06.2015 15:00	13,6	2,1	2,1	0,0
07.06.2015 15:00	14,9	0,8	0,8	0,0
08.06.2015 15:00	12,6	3,1	3,1	0,0
09.06.2015 15:00	7,2	8,5	8,5	0,0
10.06.2015 15:00	4,0	11,7	11,7	0,0
11.06.2015 15:00	4,3	11,4	11,4	0,0
12.06.2015 15:00	11,2	4,5	4,5	0,0
13.06.2015 15:00	8,6	7,1	7,1	0,0
14.06.2015 15:00	10,6	5,1	5,1	0,0
15.06.2015 15:00	14,9	0,8	0,8	0,0
16.06.2015 15:00	21,3	-5,6	0,0	5,6
17.06.2015 15:00	23,2	-7,5	0,0	7,5
18.06.2015 15:00	21,9	-6,2	0,0	6,2
19.06.2015 15:00	23,9	-8,2	0,0	8,2
20.06.2015 15:00	25,1	-9,4	0,0	9,4
21.06.2015 15:00	22,6	-6,9	0,0	6,9
22.06.2015 15:00	25,8	-10,1	0,0	10,1
23.06.2015 15:00	24,6	-8,9	0,0	8,9
24.06.2015 15:00	15,1	0,6	0,6	0,0
25.06.2015 15:00	14,1	1,6	1,6	0,0
26.06.2015 15:00	19,9	-4,2	0,0	4,2
27.06.2015 15:00	22,2	-6,5	0,0	6,5
28.06.2015 15:00	25,4	-9,7	0,0	9,7
29.06.2015 15:00	7,6	8,1	8,1	0,0
30.06.2015 15:00	15,0	0,7	0,7	0,0
01.07.2015 15:00	25,3	-9,6	0,0	9,6

Продолжение страницы

02.07.2015 15:00	27,2	-11,5	0,0	11,5
03.07.2015 15:00	29,3	-13,6	0,0	13,6
04.07.2015 15:00	30,3	-14,6	0,0	14,6
05.07.2015 15:00	29,5	-13,8	0,0	13,8
06.07.2015 15:00	30,2	-14,5	0,0	14,5
07.07.2015 15:00	26,8	-11,1	0,0	11,1
08.07.2015 15:00	10,1	5,6	5,6	0,0
09.07.2015 15:00	12,6	3,1	3,1	0,0
10.07.2015 15:00	17,2	-1,5	0,0	1,5
11.07.2015 15:00	18,5	-2,8	0,0	2,8
12.07.2015 15:00	20,2	-4,5	0,0	4,5
13.07.2015 15:00	20,8	-5,1	0,0	5,1
14.07.2015 15:00	15,7	0,0	0,0	0,0
15.07.2015 15:00	22,1	-6,4	0,0	6,4
16.07.2015 15:00	19,8	-4,1	0,0	4,1
17.07.2015 15:00	13,2	2,5	2,5	0,0
18.07.2015 15:00	19,7	-4,0	0,0	4,0
19.07.2015 15:00	21,2	-5,5	0,0	5,5
20.07.2015 15:00	21,6	-5,9	0,0	5,9
21.07.2015 15:00	15,6	0,1	0,1	0,0
22.07.2015 15:00	17,4	-1,7	0,0	1,7
23.07.2015 15:00	19,5	-3,8	0,0	3,8
24.07.2015 15:00	23,4	-7,7	0,0	7,7
25.07.2015 15:00	24,6	-8,9	0,0	8,9
26.07.2015 15:00	15,1	0,6	0,6	0,0
27.07.2015 15:00	20,2	-4,5	0,0	4,5
28.07.2015 15:00	20,0	-4,3	0,0	4,3
29.07.2015 15:00	21,4	-5,7	0,0	5,7
30.07.2015 15:00	14,7	1,0	1,0	0,0
31.07.2015 15:00	20,0	-4,3	0,0	4,3
01.08.2015 15:00	18,4	-2,7	0,0	2,7
02.08.2015 15:00	23,3	-7,6	0,0	7,6
03.08.2015 15:00	11,0	4,7	4,7	0,0
04.08.2015 15:00	13,8	1,9	1,9	0,0
05.08.2015 15:00	19,4	-3,7	0,0	3,7
06.08.2015 15:00	16,1	-0,4	0,0	0,4
07.08.2015 15:00	11,7	4,0	4,0	0,0
08.08.2015 15:00	14,0	1,7	1,7	0,0
09.08.2015 15:00	17,4	-1,7	0,0	1,7
10.08.2015 15:00	20,5	-4,8	0,0	4,8
11.08.2015 15:00	14,5	1,2	1,2	0,0
12.08.2015 15:00	15,1	0,6	0,6	0,0
13.08.2015 15:00	8,6	7,1	7,1	0,0

Продолжение таблицы

14.08.2015 15:00	14,1	1,6	1,6	0,0
15.08.2015 15:00	15,3	0,4	0,4	0,0
16.08.2015 15:00	12,7	3,0	3,0	0,0
17.08.2015 15:00	10,1	5,6	5,6	0,0
18.08.2015 15:00	8,1	7,6	7,6	0,0
19.08.2015 15:00	8,3	7,4	7,4	0,0
20.08.2015 15:00	10,8	4,9	4,9	0,0
21.08.2015 15:00	7,3	8,4	8,4	0,0
22.08.2015 15:00	12,8	2,9	2,9	0,0
23.08.2015 15:00	8,5	7,2	7,2	0,0
24.08.2015 15:00	7,2	8,5	8,5	0,0
25.08.2015 15:00	4,2	11,5	11,5	0,0
26.08.2015 15:00	2,6	13,1	13,1	0,0
27.08.2015 15:00	8,4	7,3	7,3	0,0
28.08.2015 15:00	8,9	6,8	6,8	0,0
29.08.2015 15:00	10,5	5,2	5,2	0,0
30.08.2015 15:00	13,8	1,9	1,9	0,0
31.08.2015 15:00	17,2	-1,5	0,0	1,5
01.06.2016 12:00	21,4	-5,7	0,0	5,7
02.06.2016 12:00	23,9	-8,2	0,0	8,2
03.06.2016 12:00	18,4	-2,7	0,0	2,7
04.06.2016 12:00	20,9	-5,2	0,0	5,2
05.06.2016 12:00	23,5	-7,8	0,0	7,8
06.06.2016 12:00	26,9	-11,2	0,0	11,2
07.06.2016 12:00	24,8	-9,1	0,0	9,1
08.06.2016 12:00	10,1	5,6	5,6	0,0
09.06.2016 12:00	15,0	0,7	0,7	0,0
10.06.2016 12:00	19,9	-4,2	0,0	4,2
11.06.2016 12:00	22,4	-6,7	0,0	6,7
12.06.2016 12:00	8,2	7,5	7,5	0,0
13.06.2016 12:00	11,2	4,5	4,5	0,0
14.06.2016 12:00	23,6	-7,9	0,0	7,9
15.06.2016 12:00	18,4	-2,7	0,0	2,7
16.06.2016 12:00	16,7	-1,0	0,0	1,0
17.06.2016 12:00	23,8	-8,1	0,0	8,1
18.06.2016 12:00	21,6	-5,9	0,0	5,9
19.06.2016 12:00	16,0	-0,3	0,0	0,3
20.06.2016 12:00	12,1	3,6	3,6	0,0
21.06.2016 12:00	20,6	-4,9	0,0	4,9
22.06.2016 12:00	15,2	0,5	0,5	0,0
23.06.2016 12:00	12,8	2,9	2,9	0,0
24.06.2016 12:00	19,7	-4,0	0,0	4,0
25.06.2016 12:00	15,2	0,5	0,5	0,0

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП -130400.65-2017 121100605

Лист

157

Продолжение страницы

26.06.2016 12:00	18,1	-2,4	0,0	2,4
27.06.2016 12:00	21,3	-5,6	0,0	5,6
28.06.2016 12:00	19,9	-4,2	0,0	4,2
29.06.2016 12:00	15,4	0,3	0,3	0,0
30.06.2016 12:00	11,5	4,2	4,2	0,0
01.07.2016 12:00	17,6	-1,9	0,0	1,9
02.07.2016 12:00	18,4	-2,7	0,0	2,7
03.07.2016 12:00	12,1	3,6	3,6	0,0
04.07.2016 12:00	13,5	2,2	2,2	0,0
05.07.2016 12:00	16,3	-0,6	0,0	0,6
06.07.2016 12:00	19,0	-3,3	0,0	3,3
07.07.2016 12:00	5,5	10,2	10,2	0,0
08.07.2016 12:00	11,4	4,3	4,3	0,0
09.07.2016 12:00	5,8	9,9	9,9	0,0
10.07.2016 12:00	16,6	-0,9	0,0	0,9
11.07.2016 12:00	22,4	-6,7	0,0	6,7
12.07.2016 12:00	26,2	-10,5	0,0	10,5
13.07.2016 12:00	19,7	-4,0	0,0	4,0
14.07.2016 12:00	21,1	-5,4	0,0	5,4
15.07.2016 12:00	11,1	4,6	4,6	0,0
16.07.2016 12:00	19,8	-4,1	0,0	4,1
17.07.2016 12:00	12,5	3,2	3,2	0,0
18.07.2016 12:00	13,0	2,7	2,7	0,0
19.07.2016 12:00	14,7	1,0	1,0	0,0
20.07.2016 12:00	18,9	-3,2	0,0	3,2
21.07.2016 12:00	22,5	-6,8	0,0	6,8
22.07.2016 12:00	18,5	-2,8	0,0	2,8
23.07.2016 12:00	20,0	-4,3	0,0	4,3
24.07.2016 12:00	23,6	-7,9	0,0	7,9
25.07.2016 12:00	14,8	0,9	0,9	0,0
26.07.2016 12:00	17,8	-2,1	0,0	2,1
27.07.2016 12:00	19,4	-3,7	0,0	3,7
28.07.2016 12:00	13,7	2,0	2,0	0,0
29.07.2016 12:00	12,3	3,4	3,4	0,0
30.07.2016 12:00	13,8	1,9	1,9	0,0
31.07.2016 12:00	19,6	-3,9	0,0	3,9
01.08.2016 12:00	17,6	-1,9	0,0	1,9
02.08.2016 12:00	15,3	0,4	0,4	0,0
03.08.2016 12:00	17,6	-1,9	0,0	1,9
04.08.2016 12:00	15,8	-0,1	0,0	0,1
05.08.2016 12:00	18,5	-2,8	0,0	2,8
06.08.2016 12:00	16,5	-0,8	0,0	0,8
07.08.2016 12:00	16,5	-0,8	0,0	0,8

Продолжение страницы

08.08.2016 12:00	13,2	2,5	2,5	0,0
09.08.2016 12:00	17,2	-1,5	0,0	1,5
10.08.2016 12:00	18,8	-3,1	0,0	3,1
11.08.2016 12:00	20,3	-4,6	0,0	4,6
12.08.2016 12:00	19,8	-4,1	0,0	4,1
13.08.2016 12:00	20,1	-4,4	0,0	4,4
14.08.2016 12:00	20,0	-4,3	0,0	4,3
15.08.2016 12:00	13,7	2,0	2,0	0,0
16.08.2016 12:00	14,8	0,9	0,9	0,0
17.08.2016 12:00	21,1	-5,4	0,0	5,4
18.08.2016 12:00	15,3	0,4	0,4	0,0
19.08.2016 12:00	13,8	1,9	1,9	0,0
20.08.2016 12:00	7,5	8,2	8,2	0,0
21.08.2016 12:00	8,6	7,1	7,1	0,0
22.08.2016 12:00	6,5	9,2	9,2	0,0
23.08.2016 12:00	9,1	6,6	6,6	0,0
24.08.2016 12:00	15,6	0,1	0,1	0,0
25.08.2016 12:00	14,8	0,9	0,9	0,0
26.08.2016 12:00	19,5	-3,8	0,0	3,8
27.08.2016 12:00	17,6	-1,9	0,0	1,9
28.08.2016 12:00	7,3	8,4	8,4	0,0
29.08.2016 12:00	9,7	6,0	6,0	0,0
30.08.2016 12:00	3,4	12,3	12,3	0,0
31.08.2016 12:00	6,8	8,9	8,9	0,0
Средняя температура	15,7		675,2	675,2
			"_"	"+"
Количество отклонений в большую и меньшую стороны			139	137
Среднеарифметическое значение отклонений			4,86	4,93
Изменчивость			u	0,47
Существенность			s	0,52
Сложность			λ	0,5

Окончание таблицы.

