УДК 622.44

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ПРОВЕТРИВАНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ РУДНИКА «ДЖЕРУЙ»

Исагалиева[1] С.У., Мейманбек[2] к. А.
[1]Институт машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР
[2]Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова

В статье рассмотрены вопросы обоснования выбора рационального способа проветривания подземных горных выработок рудника «Джеруй». Проведен анализ горно-геологических, горнотехнических и производственных условий эксплуатации месторождения, оказывающих влияние на организацию вентиляции рудника. Выполнена сравнительная оценка существующих способов и схем проветривания с учетом требований промышленной безопасности, обеспечения нормативного воздухообмена и перспектив развития горных работ.

***Ключевые слова*:** проветривание горных выработок, вентиляционная сеть, нагнетательный способ проветривания, вентиляторы местного проветривания, расход воздуха, аэродинамическое сопротивление, распределение воздушных потоков, рудничная атмосфера.

“ЖЕРҮЙ” КЕНИНИН ШАРТЫНДА ТОО-КАЗЫЛМАЛАРЫН ЖЕЛДЕТҮҮНҮН РАЦИОНАЛДУУ ЫКМАСЫН ТАНДОО

Исагалиева[1] С.У., Мейманбек[2] к. А.
[1]Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Механика, автоматика жана геомеханика институту,
[2]И.Раззакова атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Макалада “Жерүй” кениндеги жер астындагы жумуштарды жүргүзүүдө рационалдуу желдетүү ыкмасын тандоонун негиздери каралат. Кендин вентиляциялык системасына таасирин тийгизген кенди иштетүүнүн геологиялык, техникалык жана өндүрүштүк шарттарына талдоо берилген. Өнөр жай коопсуздугунун талаптарын, туура аба алмашууну камсыз кылууну жана тоо-кен өндүрүшүн өнүктүрүүнүн келечегин эске алуу менен желдетүүнүн колдонуудагы ыкмаларына жана схемаларына салыштырмалуу баа берилет.

***Баштапкы сөздөр*:** шахталарды желдетүү, вентиляция тармагы, аргасыз желдетүү ыкмасы, жергиликтүү желдеткичтер, аба агымы, аэродинамикалык каршылык, аба агымынын бөлүштүрүлүшү, шахта атмосферасы.

RATIONALE FOR THE CHOICE OF A RATIONAL METHOD OF VENTILATION OF MINING WORKINGS IN THE CONDITIONS OF THE "JEROOY" MINE

Isagalieva[1] S.U., Meimanbek[2] k. A.
[1]Institute of Mechanical Science, Automation and Geomechanics of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,
[2]Kyrgyz State Technical University named after. I. Razzakov

The article examines the issues of justifying the choice of a rational method for ventilation of underground mine workings of the Jerooy mine. An analysis of the mining, geological, mining and production conditions of the deposit operation that affect the organization of mine ventilation was carried out. A comparative assessment of existing ventilation methods and schemes was carried out taking into account industrial safety requirements, ensuring standard air exchange and prospects for the development of mining operations.

***Keywords*:** ventilation of mine workings, ventilation network, forced ventilation method, local ventilation fans, air flow, aerodynamic resistance, air flow distribution, mine atmosphere.

Значение проветривания горных выработок для рудника

Месторождение «Джеруй» расположено в Таласской области Кыргызстана и является одним из крупнейших золоторудных месторождений страны. Оно находится примерно в 70 км от города Талас и относится ко второму по значимости золотому объекту в стране.

Разработка месторождения осуществляется современными горными предприятиями, а производственная мощность предприятия достигает около 5 тонн золота в год.

Геологические и горнотехнические условия месторождения характеризуются:

- горным рельефом местности;
- сложным геологическим строением рудных тел;
- возможностью ведения комбинированной разработки (открытой и подземной);
- наличием глубоких горизонтов подземных выработок.

Эти условия требуют эффективной системы проветривания горных выработок, обеспечивающей безопасность работников и нормальные условия ведения горных работ.

Проветривание горных выработок представляет собой систему мероприятий по подаче свежего воздуха в подземные выработки и удалению загрязнённого воздуха.

Основные задачи проветривания:

1. обеспечение рабочих свежим воздухом;
2. удаление вредных газов и пыли;
3. снижение температуры и влажности воздуха;
4. удаление газов после буровзрывных работ;
5. предотвращение образования опасных концентраций вредных веществ.

При отсутствии эффективной вентиляции возможно накопление пыли и газов, образующихся при бурении, взрывных работах и транспортировке руды.

Способы проветривания горных выработок

Проветривание горных выработок организуют двумя основными способами: общешахтным и местным. Общешахтная вентиляция обеспечивает воздухообмен во всей сети выработок благодаря работе главных вентиляторных установок, размещенных на поверхности. Местное проветривание применяется преимущественно в тупиковых забоях, где используют вентиляторы местного проветривания (ВМП) совместно с вентиляционными трубами.

При организации общешахтной вентиляции используют несколько схем. Наиболее распространенной считается всасывающая схема, при которой вентилятор удаляет загрязненный воздух, создавая в шахте разрежение. Нагнетательная схема основана на принудительной подаче свежего воздуха внутрь выработок. Кроме того, на практике применяется комбинированный вариант, объединяющий особенности обеих систем.

Для тупиковых выработок, куда поток воздуха из общей вентиляционной сети поступает недостаточно эффективно, используют специальные методы местного проветривания. При нагнетательном способе свежий воздух подается вентилятором по трубопроводу непосредственно к забою, что способствует снижению концентрации вредных газов, однако загрязненный воздух при этом перемещается вдоль всей выработки. Всасывающий способ предполагает удаление газов от забоя через жесткий трубопровод, благодаря чему большая часть выработки остается относительно чистой, но для предотвращения

образования застойных зон требуется более мощное оборудование. В условиях протяженных тупиковых выработок нередко применяют комбинированную систему, сочетающую подачу и отсос воздуха одновременно.

Для распределения воздушных потоков и предотвращения смешивания свежего и исходящего воздуха в шахтах используют специальные вентиляционные сооружения: перемычки, шлюзы и кроссинги. Скорость движения воздуха контролируют в установленных пределах, поскольку чрезмерная скорость повышает запыленность, а недостаточная может привести к накоплению метана и других опасных газов.

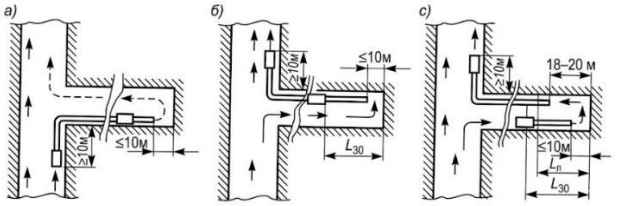


Рис.1. Способ проветривания тупиковых выработок: нагнетательный (а), всасывающий (б) и комбинированный (в).

Анализ способов проветривания и обоснование выбора схемы проветривания рудника.

Проветривание подземных горных выработок рудника «Джеруй» предусматривается осуществлять по нагнетательной схеме с организацией центральной системы проветривания.

Главная вентиляционная установка (ГВУ) располагается в районе штольни горизонта +3160 м и оснащается осевыми вентиляторами типа ВО-32АР-750 об/мин (или аналогичными по техническим характеристикам), при этом предусматривается схема «1 рабочий – 1 резервный агрегат», что обеспечивает необходимый уровень надежности вентиляционной системы и бесперебойную подачу воздуха в подземные выработки.

Реверсирование воздушного потока осуществляется путем изменения направления вращения ротора вентиляторов, что позволяет обеспечить подачу не менее 60% расчетного расхода воздуха по главным выработкам в обратном направлении при аварийных или регламентных режимах проветривания.

В условиях отрицательных температур наружного воздуха подогрев поступающего в подземные выработки воздуха осуществляется с применением воздухонагревательной установки (ВНУ), размещенной в

наземном здании вблизи штольни горизонта +3160 м и работающей в автоматическом режиме регулирования параметров воздушной среды.

Обоснование выбора нагнетательной схемы проветривания.

Выбор нагнетательной схемы проветривания для условий рудника «Джеруй» обусловлен горно-геологическими и горнотехническими особенностями месторождения, включая значительную глубину горных работ, сложную конфигурацию выработок и необходимость стабильного распределения воздушных потоков по протяжённой вентиляционной сети.

К основным преимуществам нагнетательной схемы относятся:

- обеспечение поступления свежего воздуха непосредственно в основные рабочие зоны;
- более равномерное распределение воздушного потока по сети выработок;
- снижение риска подсоса загрязнённого воздуха из отработанных участков;
- улучшенные условия контроля и регулирования параметров вентиляции;
- высокая эффективность при развитой и разветвлённой системе подземных выработок.

К недостаткам нагнетательной схемы следует отнести:

- необходимость повышенного давления вентилятора и, как следствие, увеличенные энергетические затраты;
- возможное образование зон повышенного давления в сети выработок;
- более жесткие требования к герметичности вентиляционных сооружений;
- усложнение работы при аварийных режимах по сравнению с некоторыми всасывающими схемами.

Несмотря на указанные ограничения, нагнетательная центральная схема проветривания является наиболее рациональной для условий рудника «Джеруй», так как обеспечивает требуемую производительность, устойчивость воздушного режима и соответствие требованиям промышленной безопасности при развитии глубоких горизонтов и увеличении объемов подземных горных работ.

Нормативное обеспечение и параметры вентиляции рудника в увязке с принятой схемой проветривания

Проектирование и эксплуатация системы проветривания подземных горных выработок рудника «Джеруй» выполняются в соответствии с перечнем нормативных документов, обеспечивающих соблюдение

требований технического регламента Кыргызской Республики «Безопасность зданий и сооружений», утвержденного Приказом Центра стандартизации и метрологии при Министерстве экономики и антимонопольной политики Кыргызской Республики от 09.04.2012 г. №32.

В состав нормативной базы входят, в частности:

- «Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом» Кыргызской Республики;
- «Временная инструкция по расчету воздуха, необходимого для проветривания рудных шахт»;
- «Нормы технологического проектирования рудников цветной металлургии с подземным способом разработки» (ВНТП 37-86).

Данные нормативные документы регламентируют требования к минимальным расходам воздуха, кратности проветривания, допустимым концентрациям вредных газов, а также к выбору рациональных схем вентиляции, что непосредственно подтверждает целесообразность применения нагнетательной центральной схемы проветривания, обоснованной ранее.

Расчетные параметры воздухообмена по этапам отработки.

Потребность в свежем воздухе для рудника изменяется в зависимости от этапов разработки месторождения:

Первый этап отработки (2025–2032 гг.):

2026 год — Q = 213,5 м³/с;

2032 год — Q = 301,5 м³/с.

Второй этап отработки (2033–2038 гг.):

2033 год — Q = 312,5 м³/с;

2038 год — Q = 312,5 м³/с.

Увеличение расхода воздуха на втором этапе связано с ростом протяженности горных выработок, увеличением числа очистных и проходческих забоев, а также ростом аэродинамического сопротивления вентиляционной сети.

Организация движения воздушных потоков.

Свежая воздушная струя подается в шахту через штольню горизонта +3160 м с использованием главной вентиляторной установки. Далее распределение воздуха по рабочим горизонтам осуществляется через автотранспортный уклон и вентиляционные восстающие, что обеспечивает эффективное поступление воздуха в зоны ведения горных работ.

Исходящая воздушная струя из очистных и проходческих забоев удаляется через вентиляционно-ходовые восстающие, расположенные на флангах шахтного поля. Далее загрязненный воздух выводится на поверхность через штольни горизонтов +3320 м, +3240 м и +3080 м.

Проветривание тупиковых забоев осуществляется нагнетательным способом с применением вентиляторов местного проветривания (ВМП) типового ряда ВМЭ по гибким вентиляционным ставам, что обеспечивает локальное поддержание нормативных параметров рудничной атмосферы.

Для предотвращения короткого замыкания вентиляционной струи и обеспечения рационального распределения воздуха по выработкам предусматривается установка вентиляционных дверей, перемычек и вентиляционных парусов. Незадействованные выработки изолируются глухими вентиляционными перемычками.

Режим работы главной вентиляторной установки.

По результатам математического моделирования воздухораспределения вентиляционной сети установлены следующие параметры работы главной вентиляторной установки:

Первый этап отработки:

2026 год: Q = 213,5 м³/с, депрессия H = 2415 Па, КПД = 0,80;

2032 год: Q = 301,5 м³/с, депрессия H = 3457 Па, КПД = 0,87.

Второй этап отработки:

2033 год: Q = 312,5 м³/с, депрессия H = 3631 Па, КПД = 0,85;

2038 год: Q = 312,5 м³/с, депрессия H = 4323 Па, КПД = 0,85.

Увеличение депрессии вентиляционной системы на втором этапе связано с ростом аэродинамического сопротивления сети вследствие увеличения длины горных выработок и усложнения схемы воздухораспределения.

Принятая нагнетательная центральная схема проветривания обеспечивает нормативные параметры воздухообмена, устойчивость вентиляционного режима и соответствует требованиям действующих нормативных документов, что подтверждает её рациональность для условий рудника «Джеруй».

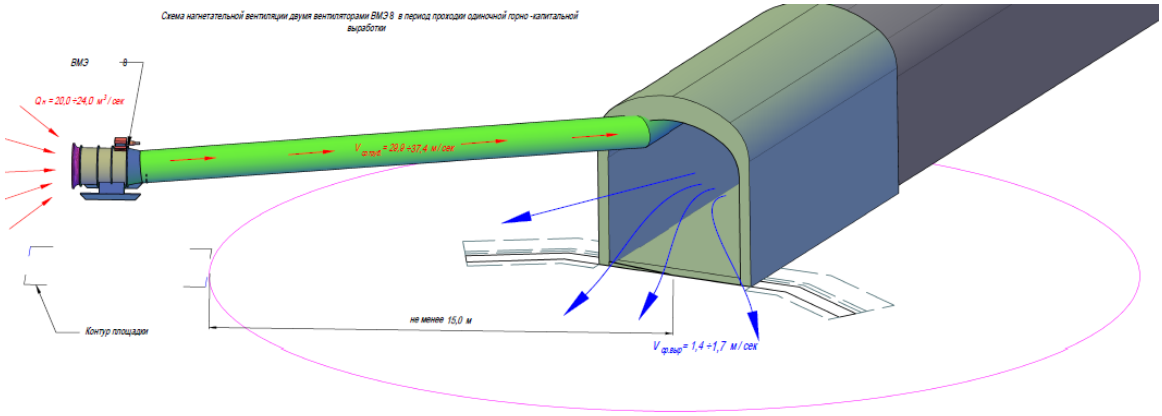


Рис.2. Нагнетательная схема проветривания рудника.

Расчёт требуемого количества воздуха для проветривания подземного участка

Расчёт требуемого количества воздуха для проветривания подземного участка, производится по следующим факторам:

- по количеству одновременно работающих людей;
- по пылевому фактору;
- по газу, при взрывных работах;
- по выхлопным газам, при использовании самоходного оборудования;
- по минимальной скорости движения воздуха.

Для подачи в забой принимается наибольшее количество воздуха, полученное при расчетах по различным факторам.

Проходческие работы:

- Расчет воздуха по количеству одновременно работающих людей, определяется по формуле:

$$Q_л = Z \cdot q/60,\ м^3/с,$$

где:

Z – наибольшее количество людей в забое;

q = 6 м³/мин – норма подачи свежего воздуха на одного человека

–горизонтальный забой $Q_л = 3 \cdot 6/60 = 0,3$ м³/с.

–вертикальный забой $Q_л = 2 \cdot 6/60 = 0,2$ м³/с.

Расчет воздуха по пылевому фактору, определяется по формуле:

$$Q = \frac{J \cdot b_1}{n - n_{вх}},м^3/с$$

где:

J – интенсивность пылевыделения, мг/с;

b_1- коэффициент, учитывающий снижение пылевыделения при применении средств гидрообеспыливания;

n – ПДК по пыли на рабочих местах, мг/м^3;

$n_{вх}$ – запыленность во входящей струе, принимается: в очистной и проходческий забой $n_{вх}$ = 0,3 мг/м^3.

Таблица 1

Наименование производственного процесса при очистной добыче	Интенсивность пылевыделения (J), мг/с	Коэффициент снижения пылевыделения ($в_1$)	ПДК по пыли (n), мг/м³	Расчетное количество воздуха по пыли (Qп), м³/с
При бурении шпуров (при проходке горизонтальных и наклонных выработок)	6	0,5	2	1,8
При бурении шпуров (при проходке вертикальных выработок)	9,7	0,5	2	2,9
При погрузке или доставке руды ПДМ с ковшом	6,8	0,2	2	0,8
При разгрузке руды ПДМ с ковшом	13	0,2	2	1,6

Расчет воздуха по газу, при взрывных работах, определяется по формуле:

–при проходке горизонтальных горно-капитальных выработок:

$$Q_З = \frac{2{,}25}{t}\sqrt[3]{\frac{A \cdot в \cdot S^2 \cdot L^2 \cdot K_{об}}{К^2_{ут.тр}}} = \frac{2{,}25}{1800}\sqrt[3]{\frac{126{,}9 \cdot 100 \cdot 14^2 \cdot 500^2 \cdot 0{,}8}{1{,}3}} = 9{,}1 м^3/с$$

где:

A – масса одновременно взрываемого ВВ равняется 126,9 кг;

в - газоводность данного типа ВВ =100, л/кг;

S – поперечное сечение 15,0 м2;

L – длина тупиковой части выработки, 500 м;

$К_{об}$ - коэффициент обводненности принимаем 0,8;

$К_{ут.тр.}$ - коэффициент утечек воздуха в трубопроводе при длине 500 метров равен 1,3;

t – время проветривания 30 мин (1800 сек).

– при проходке горизонтальных горно-подготовительных выработок:

$$Q_з = \frac{2{,}25}{t}\sqrt[з]{\frac{A \cdot в \cdot S^2 \cdot L^2 \cdot K_{об}}{К^2_{ут.тр}}} = \frac{2{,}25}{1800}\sqrt[з]{\frac{114{,}4 \cdot 100 \cdot 12{,}1^2 \cdot 300^2 \cdot 0{,}8}{1{,}19}}$$

$$= 5,,8\ м^3/с$$

–при проходке вертикальных горных выработок:

$$Q_{вв} = \frac{3{,}35 \cdot К_1 \cdot К_2}{t}\sqrt{\frac{A \cdot в \cdot S}{K_{ут.тр}}} = \frac{3{,}35 \cdot 0{,}7 \cdot 1{,}0}{1800}\sqrt{\frac{37{,}2 \cdot 100 \cdot 80 \cdot 6}{1{,}07}} = 1{,}7\ м^3/с$$

- Расчет воздуха по выхлопным газам, при использовании самоходного оборудования, определяется по формуле:

$$Q_{в.п} = \frac{N \cdot q}{60} = \frac{232 \cdot 5}{60} = 19.3\ м^3/с$$

N – мощность двигателя, ПДМ фирмы «Epirok» типа «ST3.5» = 232 л.с;

q – норма подачи свежего воздуха на 1 л.с. мощности двигателя =5 м³;

- Расчет воздуха по минимальной скорости движения воздуха, определяется по формуле:

$$Q_{оч} = V_{min} \cdot S, м^3/с$$

- Горно-капитальных горизонтальных выработок $Q_{оч}$ = 0,25·14,0 = 3,5,м³/с
- Подготовительно-нарезных горизонтальных выработок $Q_{оч}$=0,25·12,1= 3,0, м³/с
- Вертикальные выработки $Q_{оч}$ = 0,25 · 6,0 = 1,5, м³/с

<u>Очистные работы</u>

Расчет воздуха по количеству одновременно работающих людей

Qл = Z·q/60=5·6/60=0,5, м³/с,

Расчет воздуха по пылевому фактору

Таблица 2

Наименование производственного процесса при очистной добыче	Интенсивность пылевыделения (J), мг/с	Коэффициент снижения пылевыделения ($в_1$)	ПДК по пыли (n), мг/м³	Расчетное количество воздуха по пыли (Qп), м³/с
При бурении взрывных скважин буровым станком типа Simba K102	12,7	0,5	2	3,7

При погрузке или доставке руды ПДМ с ковшом	6,8	0,2	2	0,8
При разгрузке руды ПДМ с ковшом	13	0,8	2	6,1

Расчет воздуха по газу, при взрывных работах, определяется по формуле:

– При системах разработки с обрушением:

$$Q_{\text{вв}} = \frac{3{,}4}{t}\sqrt{A \cdot \text{в} \cdot V_{\text{зо}}} = \frac{3{,}4}{1800}\sqrt{912 \cdot 100 \cdot 214} = 8{,}3\ \text{м}^3/\text{с}$$

Расчет воздуха по выхлопным газам:

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{N \cdot q}{60} = \frac{232 \cdot 5}{60} = 19.3\ \text{м}^3/\text{с}$$

- Расчет воздуха по минимальной скорости движения воздуха

– При буровых работах $Q_{\text{оч}}$ = 0,5 · 10,7 = 5,4, м³/с

– При очистных работах $Q_{\text{оч}}$ = 0,25 · 10,7 = 2,7, м³/с

Проветривание технологических камер обособленной струей воздуха

- Проветривание склада ВВ до 4 тонн на отметке +3080 метра

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{K \cdot V}{60} = \frac{1500 \cdot 0{,}07}{60} = 1{,}8\ \text{м}^3/\text{с}$$

где:

Vк - суммарный объем камерной выработки =1500, м³;

К – коэффициент, учитывающий кратность обмена воздуха в течение часа, принимается: К=0,07 для складов ВМ.

Проветривание пункта обслуживания самоходного оборудования на отметке +3160 метра

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{K \cdot V}{60} = \frac{2200 \cdot 0{,}33}{60} = 12{,}1\ \text{м}^3/\text{с}$$

где:

Vк - суммарный объем камерной выработки = 2200, м³;

К – коэффициент, учитывающий кратность обмена воздуха в течение часа, принимается: К=0,33 для складов ДСО.

Проветривание вспомогательного оборудования с дизельным двигателем участвующих больше 10 минут в течение 2 часов.

Транспортировка горной массы автосамосвалами:

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{N \cdot q}{60} = \frac{325 \cdot 5}{60} = 27{,}1\ \text{м}^3/\text{с}$$

N – мощность двигателя, автосамосвала фирмы «Epirok» типа «МТ2200» = 325 л.с;

q – норма подачи свежего воздуха на 1 л.с. мощности двигателя =5 м³;

$$Q_{\text{в.п}} = \frac{N \cdot q}{60} = \frac{232 \cdot 5}{60} = 19.3 \text{ м}^3/\text{с}$$

N – мощность двигателя, ПДМ фирмы «Epirok» типа «ST3.5» = 232 л.с;

q – норма подачи свежего воздуха на 1 л.с. мощности двигателя =5 м³;

Проветривание поддерживаемых выработок на отметки +3240

$$Q_{оч} = V_{min} \cdot S = 0{,}15 \cdot 7 = 1{,}1, \text{м}^3/\text{с}$$

Проветривание очистного блока в резерве

$$Q_{оч} = V_{min} \cdot S = 0{,}25 \cdot 12{,}1 = 3{,}0 \text{ м}^3/\text{с}$$

Выбор вентилятора местного проветривания (ВМП)

Выбор вентилятора производится по расчетным значениям его производительности Qв и депрессии hв.

Производительность ВМП, работающего на нагнетание, рассчитывается по формуле:

$$Q_{н.в} = К \cdot Q \text{ , м}^3 / \text{с}$$

$Q_з$ – наибольшее значение количества воздуха, полученного при расчетах по различным факторам;

$К_{ут.тр}$ – коэффициент утечек воздуха через трубопровод на всю его длину.

Депрессия вентилятора рассчитывается по формуле:

$$h = 10{,}8 \cdot Q^2 \cdot R \cdot \psi, \text{Па}$$

10,8 – коэффициент, учитывающий запас депрессии на преодоление сопротивления шумогасителя;

$Q_в$ – производительность вентилятора, м³/с; R – сопротивление трубопровода, кμ; ψ- коэффициент, учитывающий влияние утечек на депрессию трубопровода, ψ=0,94η+0,06; η- коэффициент доставки η=1/$К_{ут.тр}$.;

Удаление горной массы из тупикового забоя протяженностью 300 метров

• Производительность ВМП

$$Q_{\text{н.в}} = K_{\text{ут.тр}} \cdot Q = 19{,}3 \cdot 1{,}19 = 23{,}0 \text{ м}^3 / \text{с}$$

• Депрессия вентилятора:

Диаметр гибкого трубопровода приминается равным 800 мм.

$$\eta = 1/1{,}19 = 0{,}84$$

$$\psi = 0{,}94 \cdot 0{,}84 + 0{,}06 = 0{,}8496;$$

$$h = 10,8 \cdot Q^2 \cdot R \cdot \psi = 10,8 \cdot 23,0^2 \cdot 3,1 \cdot 0,8496 = 15047, \text{Па}$$

Так как депрессия $h_в$=15047 Па для одного воздуховода, производится расчет для двух воздуховодов.

$$h = 10,8 \cdot Q^2 \cdot R \cdot \psi = 10,8 \cdot 11,5^2 \cdot 3,1 \cdot 0,8496 = 3762, \text{Па}$$

Буровые работы в забое протяжённостью 300 метров

• Производительность ВМП

$$Q_{н.в} = К_{ут.тр} \cdot Q = 9,1 \cdot 1,19 = 10,8, \text{м}^3/\text{с}$$

• Депрессия вентилятора:

Диаметр гибкого трубопровода приминается равным 800 мм.

$$\eta = 1/1,19 = 0,84$$

$$\psi = 0,94 \cdot 0,84 + 0,06 = 0,8496;$$

$$h = 10,8 \cdot Q^2 \cdot R \cdot \psi = 10,8 \cdot 10,8^2 \cdot 3,1 \cdot 0,8496 = 3318, \text{Па}$$

Вентиляция тупиковых выработок осуществляется по двум гибким ставам диаметром 800 мм.

По вентиляционной характеристике сети и аэродинамической характеристике принимаются два последовательно установленных вентилятора местного проветривания типа «ВМЭ-8» на каждом ставе. Характеристика вентилятора представлена в таблице 3.

Таблица 3. Характеристика вентилятора ВМЭ-8

№ п/п	Характеристика	Значение
1.	Диапазон статического давления, Па	500-4000
2.	Диапазон подачи воздуха, м3/с	4-14
3.	Мощность электропривода, кВт	45
4.	Масса комплекта вентилятора, кг, не более	640
Габариты ВМЭ-8:	Длина, м	1,23
	Ширина, м	0,9
	Высота, м	1,17

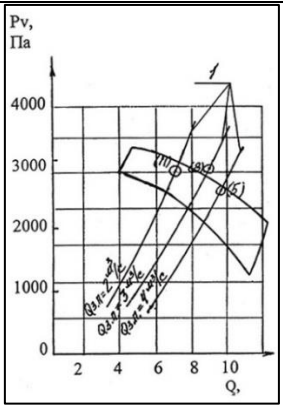


Рис.3. Аэродинамическая характеристика вентилятора ВМЭ-8.

Заключение. Выбор центральной нагнетательной схемы общешахтного проветривания для условий рудника «Джеруй» обусловлен совокупностью специфических горно-геологических, горнотехнических и климатических факторов, характерных для высокогорного расположения месторождения. При расположении устьев штолен на абсолютных отметках более 3000–3160 м над уровнем моря ключевое влияние на работу вентиляционной системы оказывают пониженное атмосферное давление, низкие температуры наружного воздуха и сложный орографический рельеф.

Применение нагнетательного способа проветривания обеспечивает возможность эффективной подачи предварительно подогретого воздуха с использованием воздухонагревательной установки (ВНУ), размещенной на входе главной вентиляционной системы у штольни горизонта +3160 м. Формирование устойчивого избыточного давления в вентиляционной сети способствует равномерному распределению воздушных потоков по горным выработкам и повышает надежность вентиляционного режима.

Кроме того, нагнетательная схема позволяет предотвратить обмерзание устьев штолен, транспортных уклонов и сопряжений, а также снижает вероятность неконтролируемых подсосов холодного воздуха через трещиноватые зоны и фланговые участки массива, что особенно актуально для условий сложного горного рельефа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический проект разработки месторождения Джеруй» ООО «СПб ГИПРОШАХТ», 2016.
2. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом Кыргызской Республики. – Бишкек, 2012.
3. Временная инструкция по расчету воздуха, необходимого для проветривания рудных шахт (ВНТП 37-86). – М., 1986.
4. Нормы технологического проектирования рудников цветной металлургии с подземным способом разработки (ВНТП 37-86). – М., 1986.
5. Боровков В. А. Вентиляция шахт и рудников. – М.: Недра, 2005.
6. Куликов В. А. Проектирование вентиляции подземных горных выработок. – М.: Горная книга, 2012.
7. Технический регламент Кыргызской Республики «Безопасность зданий и сооружений». – Бишкек, 2012.