

**Заключение.** Наиболее газоносны по связанным газам доломиты коричневые, газоносность которых по связанным газам составляет –  $0,175 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , суммарное содержание тяжелых углеводородов в составе связанных газов –  $5,31\%$ , газоносность по условному метану –  $0,048 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Наименее газоносны доломиты глинистые, газоносность которых по связанным газам составляет  $0,113 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , суммарное содержание тяжелых углеводородов –  $3,35\%$ , газоносность по условному метану –  $0,007 \text{ м}^3/\text{м}^3$ .

Газоносность по свободным газам слоев пород за разломной зоной превышает значения газоносности пород до разломной зоны: по слою бежевых доломитов средние значения газоносности увеличиваются с  $0,67 \text{ м}^3/\text{м}^3$  до  $0,83 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ; по слою доломитов глинистых средние значения газоносности увеличиваются с  $0,05 \text{ м}^3/\text{м}^3$  до  $1,21 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ;

Газоносность по свободным газам слоев глинистых доломитов порой значительно превышает значения газоносности слоев доломитов бежевых, что потребует уточнения выбороопасности данных пород при дальнейших исследованиях.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов О.В. Научно-учебный измерительный комплекс для изучения газоносности горных пород по связанным газам // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Вып. 10 / ГИ УрО РАН. – Пермь, 2012. – С. 223-225.
2. Инструкция по эксплуатации планетарных шаровых мельниц тип РМ100/РМ200. Retsch GmbH & Co. KG, Naan, Germany, Doc.Nr. D 98.540/640.9999. –2004. –32 с.
3. Медведев И.И., Полянина Г.Д. Газовыделения на калийных рудниках. – М.: Недра, 1974. – 163 с.
4. Земсков А.Н., Кондрашев П.И., Травникова Л.Г. Природные газы калийных месторождений и меры борьбы с ними. – Пермь: Тип. Купца Тарасова, 2008. – 412 с.: ил., табл.
5. Андрейко С.С., Иванов О.В., Литвиновская Н.А. Прогнозирование и предотвращение газодинамических явлений из почвы при проходке подготовительных выработок в подработанном массиве соляных пород / С.С. Андрейко, . – Пермь: изд-во ПНИПУ, 2015. – 159 с.

УДК 622.45

DOI:10.7242/echo.2019.4.28

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СХЕМЫ ПРОВЕТРИВАНИЯ РУДНИКА «КУПОЛ», УЧАСТОК «МОРОШКА»

А.А. КАМЕНСКИХ

*Горный институт УрО РАН, г. Пермь*

**Аннотация.** В работе рассмотрены основные результаты исследования проветривания рудника, расположенного в Чукотском автономном округе. Показан принцип работы главной вентиляторной установки и ее возможности в проветривании рудника. Построены графические зависимости с учетом влияние положительной и отрицательной естественной тяги в течение года. Кроме того, представлены полученные зависимости для определения оптимальных параметров работы главной вентиляторной установки.

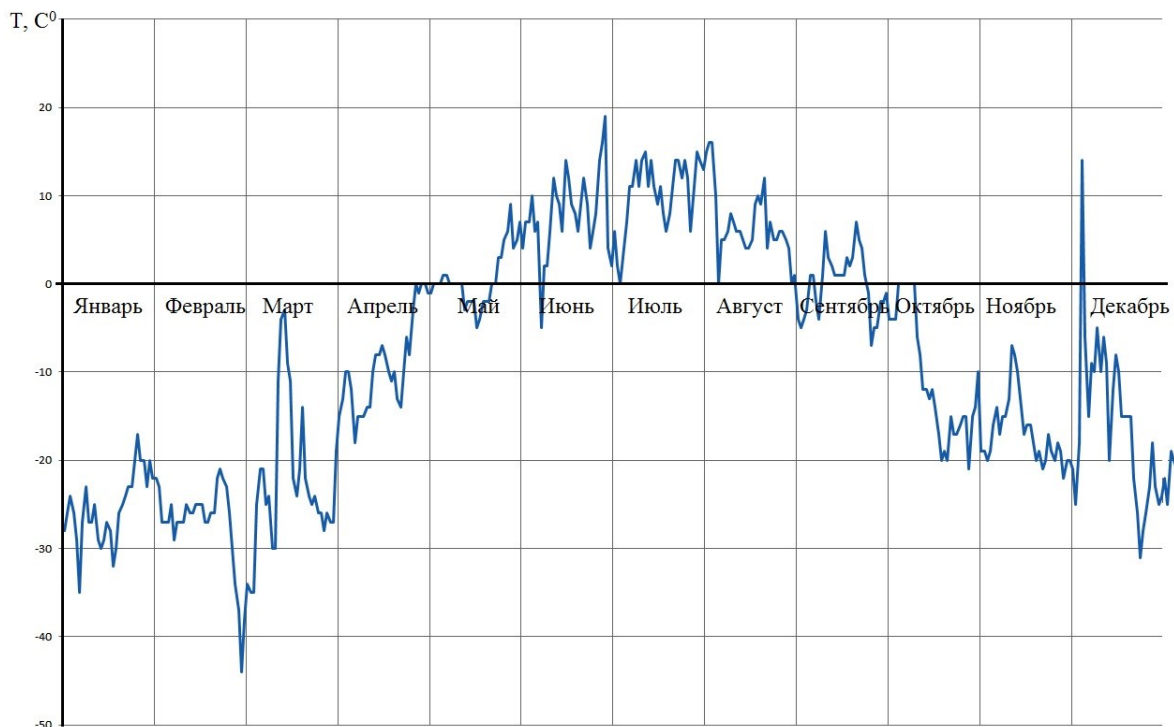
**Ключевые слова:** рудник, проветривание рудника, главная вентиляторная установка, аэродинамическое сопротивление, воздушно-депресссионная съемка, естественная тяга.

Золотосеребряное месторождение Купол участок «Морошка» расположено на границе Билибинского и Анадырского районов Чукотского автономного округа. Расстояние от пос. Билибино составляет 298 км.

В период летней навигации с июля до середины сентября осуществляется основной объем перевозок грузов морским транспортом в порт Певек.

Воздушно-транспортная схема позволяет осуществлять регулярную связь месторождения с городами Магаданом, Анадырем, Певеком и пос. Кепервеем.

Район месторождения располагается в зоне многолетней мерзлоты, глубина которой достигает 400м на водоразделах. Среднегодовая температура воздуха  $-13,5^\circ\text{C}$  (рис.1).



**Рис.1.** График изменения температуры окружающей среды на руднике «Купол», участке «Морошка»

Зимой среднемесячная температура воздуха составляет  $-30^{\circ}\text{C}$ , а минимальная может достигать  $-65^{\circ}\text{C}$ . В результате амплитуда колебаний температуры в течении года может достигать  $100^{\circ}\text{C}$ .

В декабре – марте характерны полярные сияния, сопровождающиеся магнитными бурями. Во время полярных сияний затрудняется работа магнитных приборов и радиотехнических средств.

Вскрытие «Рудника «Купол», участка «Морошка» осуществлено вертикальными, горизонтальными и наклонными выработками: 1 вентиляционным восстающим, 2 штольнями и автоуклонами.

Для проветривания горных выработок применяются ГВУ.

В состав ГВУ входят: два вентилятора с электроприводами и пускорегулирующей аппаратурой, устройства для реверсирования воздушной струи (вентиляционные двери в шахте) и переключения вентиляторов, аппаратура дистанционного управления, диффузоры, глушители шума, отсечные шиберы (клапаны).

ГВУ установлена на поверхности Главного вентиляционного восстающего гор. +553/522 м. В ГВУ использованы вентиляторы Alphaair 8400-VAX-3150.

Реверсирование воздушной струи происходит за счет открытия-закрытия автоматических вентиляционных шлюзовых ворот, установленных в устье Вентиляционного уклона (ворота №1, №2), вентиляционной сбойки №1 (ворота №3, №4 и ворота №5, №6) и в устье Транспортного уклона (ворота №7, №8). Изменение вращения рабочих колес вентиляторов ГВУ на противоположное не производится.

Открытие-закрытие автоматических вентиляционных шлюзовых ворот осуществляет диспетчер со своего рабочего места в диспетчерской участка «Морошка».

В процессе эксплуатации рудника будет происходить изменение сопротивления сети, в связи с чем вентиляторы ГВУ оборудованы регулирующей аппаратурой.

Частота вращения вентиляторов ГВУ регулируется при помощи частотных преобразователей, в зависимости от расчетного значения объема воздуха, необходимого для подачи в подземные горные выработки.

Исходя из выбранной схемы вскрытия участка, проветривание горных выработок выполняется по фланговой схеме нагнетательным способом. Свежий воздух подается по главному вентиляционному восстающему гор. 553-522 м на Вентиляционный уклон через вентиляционную сбойку №1 гор. 522 м. Пройдя по Вентиляционному уклону, свежий воздух поступает в вентиляционный восстающий №1 гор.410-330 и на Спиральный съезд №2 гор. 405-315 м и далее распределяется по подэтажам.

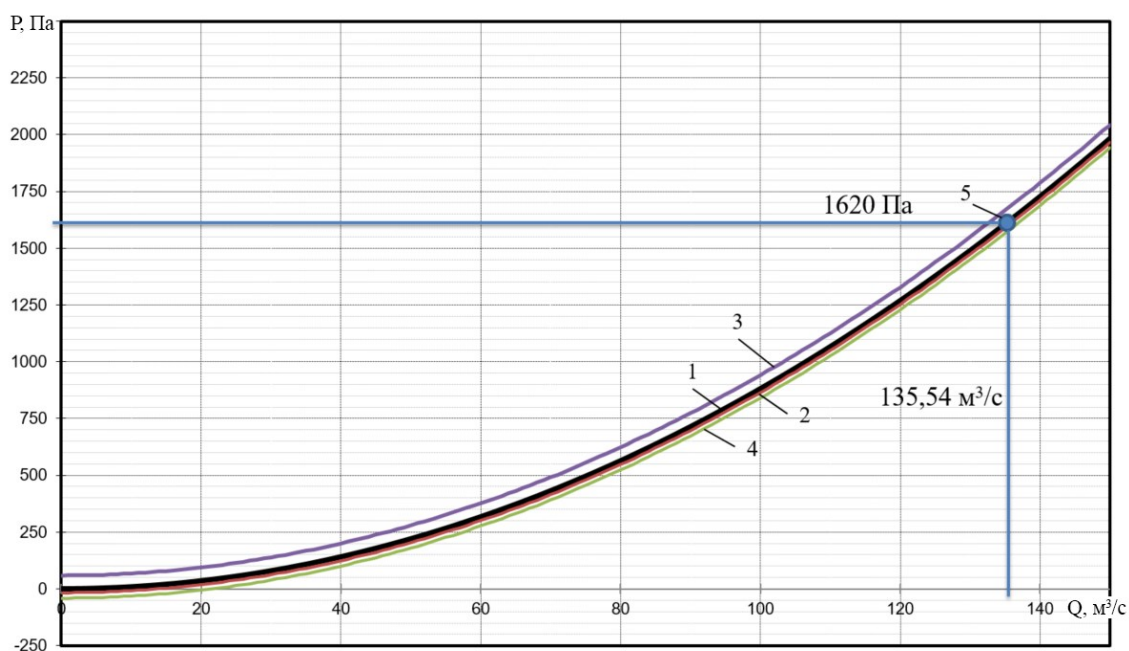
Исходящая струя с флангов шахтного поля собирается на Спиральном съезде № 1, по которому выдается на Транспортный уклон и далее по нему – на поверхность.

Распределение свежего воздуха по участкам осуществляется с помощью вентиляционных устройств: автоматических вентиляционных шахтных дверей, вентиляционных перемычек (глухих и регулируемых), вентиляционных парусов.

Контроль аэродинамических параметров и управление работой вентиляторов осуществляется с диспетчерского пульта дистанционно и с помощью телеуправления (по компьютеру). Управление ГВУ производится из помещения диспетчерской на портале «Морошка».

Подогрев воздуха, поступающего в рудник в холодное время года, не предусмотрен, в случае, если температура воздуха, поступающая в рудник, понижается до  $-20^{\circ}\text{C}$  и ниже, работы в руднике останавливаются.

На руднике были проведены исследования вентиляционной сети в рамках плановой воздушно-депресссионной съемки с целью определения состояния вентиляции рудника «Купол», участка «Морошка» выявления ее недостатков и разработки рекомендаций по улучшению проветривания рудника.



**Рис. 2.** Расчетные характеристики вентиляционной сети рудника с учетом влияния естественной тяги и рабочая точка вентилятора при максимальном развитии горных работ в 2019 г.

Для проверки обеспеченности рудника свежим воздухом при максимальном развитии горных работ был проведен эксперимент по определению характеристик вентиляторных установок при максимальной их производительности. В результате были построены характеристики вентиляционной сети рудника с учетом влияния естественной тяги и рабочие точки вентиляторов при максимальном развитии горных работ в 2019г. (рис.2). На рисунке 2 также изображены: 1 – характеристика вентиляционной сети рудника с учетом влияния максимальной положительной естественной тяги; 2 – характеристика вентиляционной сети рудника, приведенная к нормальным атмосфер-

ным условиям; 3 – характеристика вентиляционной сети рудника с учетом влияния отрицательной естественной тяги во время проведения замеров; 4 – характеристика вентиляционной сети рудника с учетом влияния максимальной отрицательной естественной тяги; точка 5 – рабочая точка вентилятора №1 ГВУ в максимальном режиме проветривания. Видно, что естественная тяга оказывает не существенное влияние на работу вентиляторов. Это не значительно сказывается на количестве поступающего воздуха в рудник и на распределение его по рабочим зонам рудника, в итоге не оказывает негативного влияния на безопасность горнорабочих.

В результате измерения количества поступающего воздуха в рудник были выявлены расхождения показаний замеров со стационарными датчиками контроля производительности ГВУ. Для обеспечения достоверного контроля поступающего воздуха в рудник при помощи установленных стационарных датчиков контроля поступающего воздуха в рудник, необходимо провести в будущем дополнительные исследования по определению поля скоростей и выяснить места для установки датчиков с последующей корреляцией их показаний для обеспечения достоверных показаний [1-4].

Расчетное количество воздуха для проветривания горных выработок рудника во время проведения воздушно-депресссионной съемки составило  $101,0 \text{ м}^3/\text{с}$ , и как показали результаты исследования, вентиляторные установки рудника обеспечивали поступление необходимого количества свежего воздуха в рудник с учетом влияния естественной тяги.

В результате проведенных исследований на руднике определено фактическое состояния вентиляции рудника, фактические и требуемые параметры вентиляции рудника, выявлены недостатки и разработаны рекомендации по улучшению проветривания рудника, определены параметры работы ГВУ на разных режимах работы, количество свежего воздуха, поступающего в рудник и распределение его по вентиляционной сети, величина и распределение депрессии в вентиляционной сети, аэродинамическое сопротивление вентиляционной сети, выполнен расчет количества воздуха, необходимого для проветривания рудника при максимальном развитии горных работ на существующих участках и вновь вводимых в эксплуатацию.

Все зоны горных работ были обеспечены необходимым количеством воздуха.

Естественная тяга большую часть года помогает работе ГВУ, а в холодное время года работает в противонапоре с ней. Максимальная амплитуда колебаний естественной тяги в течение года между гор. 553–522 м составляет около 100 Па, что, оказывает не существенное влияние на работу вентиляторов ГВУ.

Потребность в воздухе при максимальном развитии горных работ на 2019 год, как показали расчеты, должна быть  $128,5 \text{ м}^3/\text{с}$ . Такое количество свежего воздуха обеспечат вентиляторы ГВУ с углом установки лопаток рабочего колеса  $+25^\circ$  и частотой вращения, приближенной к максимальному, либо с установленным углом лопаток рабочего колеса  $+35^\circ$  -  $+40^\circ$ , и частотой вращения рабочего колеса в районе 75-80% от максимальной.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алыменко Н.И., Каменских А.А. Принципы выбора вентиляторов главного проветривания рудников северо-востока России // Горн. журн. – 2018. – № 6. – С. 56-59.
2. Алыменко Н.И., Каменских А.А., Петров А.И., Николаев А.В. Система управления проветриванием рудника «Двойной» в реверсивном режиме // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 9. – С. 19-22.
3. Alymenko N.I., Nikolaev A.V., Kamenskikh A.A., Petrov A.I. Ejector fan installations used in mines of Russia // Proceedings of the international conference actual issues of mechanical engineering 2017 (AIME 2017). – 2017. – V. 133. – P. 54-60. – (Сер. книг: AER-Advances in Engineering Research)
4. Alymenko N.I., Kamenskikh A.A., Nikolaev A.V., Petrov A.L. Numerical modeling of heat and mass transfer during hot and cool air mixing in air supply shaft in underground mine // Eurasian mining. – 2016. – № 2. – С. 45-47.