

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Файнбург Г.З., Исаевич А.Г., Зайцев А.В. Повышение эффективности проветривания тупиковых комбайновых выработок калийных рудников по пылевому фактору // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2021. – № 8. – С. 38-50. – DOI: 10.25018/0236-1493-2021-8-0-38.
2. Семин М.А., Исаевич А.Г., Жихарев С.Я. Исследование оседания пыли калийной соли в горной выработке // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2021. – № 2. – С. 178-191. – DOI: 10.15372/FTPRPI20210218.
3. Файнбург Г. З., Исаевич А. Г. Анализ микроциркуляционных потоков между микрозонами в забое тупиковых комбайновых выработок калийных рудников при различных способах проветривания // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – № 3. – С. 58-73. – DOI: 10.25018/0236-1493-2020-3-0-58-73.
4. Казаков Б.П., Круглов Ю.В., Шалимов А.В., Левин Л.Ю., Исаевич А.Г., Стукалов В.А. Совершенствование ресурсосберегающих систем вентиляции рудников Верхнекамского месторождения калийных солей // Горный журнал. – 2008. – № 10. – С. 81-83.
5. Womack J.P., Jones D.T. Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. – New York: Free Press, 2003. – 397 p.
6. Старков Л.И., Земсков А.Н., Кондрашев П.И. Развитие механизированной разработки калийных руд. – Пермь; Соликамск: Изд-во ПГТУ, 2007. – 522 с.
7. Hardcastle S.G., Gangal M.K., Leung E. Green and economic mine ventilation with an integrated air management system // Mine Planning and equipment selection 1998: Proceedings of the 7th International Symposium. – Balkema, Rotterdam, 1998. – P. 785-793.
8. Wallace K., Prosser B., Stinnette J.D. The practice of mine ventilation engineering. // International Journal of Mining Science and Technology. – 2015. – V. 25, № 2. – P. 165-169.
9. Семин М.А., Гришин Е.Л., Левин Л.Ю., Зайцев А.В. Автоматизированное управление вентиляцией шахт и рудников. Проблемы, современный опыт, направления совершенствования // Записки Горного института. – 2020. – Т. 246. – С. 623-632. – DOI: 10.31897/PMI.2020.6.4.
10. Казаков Б.П., Мальцев С.В., Семин М.А. Способ оптимизации параметров работы нескольких главных вентиляторных установок для проектирования энергоэффективных режимов проветривания рудников сложной топологии // Изв. вузов. Горн. журн. – 2017. – № 1. – С. 101-108.
11. Tran-Valade T., Allen C. Ventilation-On-Demand key consideration for the business case // Proceedings of the Toronto 2013 CIM Conference. – Toronto, 2013.
12. Круглов Ю. В., Семин М. А. Совершенствование алгоритма оптимального управления проветриванием вентиляционных сетей сложной топологии // Вестн. ПНИПУ: Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – Т. 12, № 9. – С. 106-115.

УДК 622.4

DOI:10.7242/echo.2021.3.16

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ ПО ФАКТОРУ МИКРОКЛИМАТА: НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

А.В. Зайцев<sup>1</sup>, И.В. Поляков<sup>2</sup><sup>1</sup>Горный институт УрО РАН, г. Пермь<sup>2</sup>ООО «ЕвроХим-Волгакалий», г. Котельниково

**Аннотация:** В статье описаны последние результаты по регулированию теплового режима на примере глубокого рудника. Описаны основные подходы к обеспечению безопасных условий труда горнорабочих при работе в условиях повышенных температур рудничного воздуха. Приведены направления совершенствования нормативной базы в области регламентирования параметров микроклимата горных выработок и организации работ, а также разработки шахтных систем кондиционирования воздуха.

**Ключевые слова:** глубокие рудники, микроклимат, тепловой режим, подземная система кондиционирования воздуха, моделирование, правила безопасности.

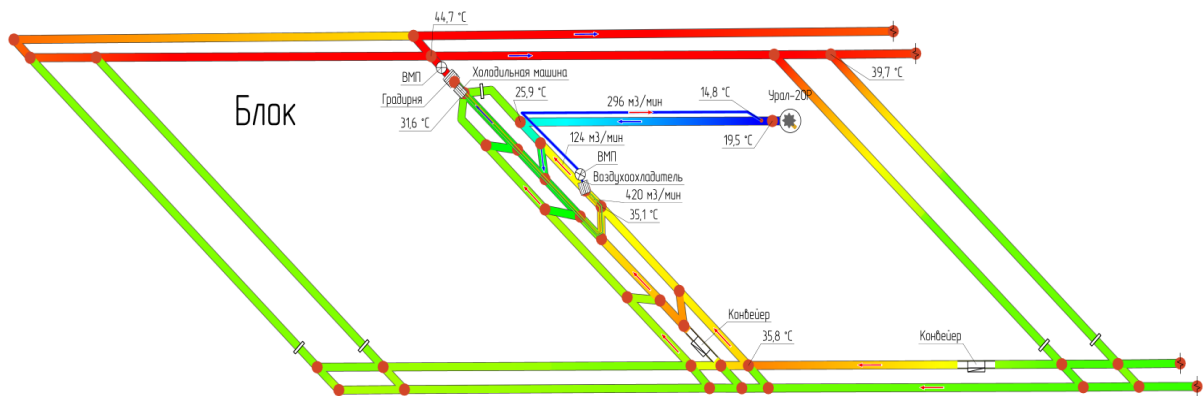
За последние годы проблема обеспечения безопасных условий труда горнорабочих в условиях повышенных температур рудничного воздуха становится все более острой. Связано это прежде всего со вскрытием новых, глубокозалегающих запасов месторождений твердых полезных ископаемых и ведением горных работ в условиях повышенных температур массива горных пород. На ряде современных горнодобывающих предприятий, таких как рудники «Таймырский» и «Скалистый» ЗФ ПАО «ГМК «Норильский никель» и рудник Гремячинского ГОК ООО «ЕвроХим-Волгакалий», температура породного массива превышает  $+30^{\circ}\text{C}$ , что в совокупности с тепловыделениями от горных машин приводит к повышению температуры воздуха в рабочих зонах до  $+40^{\circ}\text{C}$  и выше. Не являются исключением и зарубежные горнодобывающие предприятия, также столкнувшиеся с аналогичными сложностями. Все это привело к росту исследований в области управления тепловым режимом подземных рудников и внедрению результатов исследований на производстве, что позволяет получать новые научные результаты [1, 2]. Важным аспектом исследований последних лет является их направленность не только на эффективность обеспечения безопасных микроклиматических условий, но и на поиск способов снижения капиталоемкости и энергооборуженности разрабатываемых технических решений [3, 4, 5].

В данной работе представлены результаты научных исследований, проведенных на руднике Гремячинского ГОК ООО «ЕвроХим-Волгакалий» и позволивших сформировать новые направления в области обеспечения безопасных условий труда горнорабочих по фактору микроклимата. Горнотехнические условия на данном месторождении отличаются большой глубиной ведения горных работ, достигающей 1200 метров. Температура непо потревоженного массива на такой глубине по данным замеров в разведочных шпурах и скважинах, пробуренных из подземных горных выработок, достигает  $+33.5^{\circ}\text{C}$ . Технология ведения горных работ предусматривает комбайновый способ добычи и проведения горных выработок, и с учетом тепловыделений от комбайновых комплексов температура воздуха в забоях повышается до  $+43^{\circ}\text{C}$ . Удаленность ведения горных работ от околоствольных дворов превышает 2000 метров, что уже на данный момент обуславливает крайне слабое влияние сезонных изменений параметров подаваемого воздуха на температуру воздуха в забоях. Даже в холодный период времени года при подаче в рудник воздуха с температурой не более  $+2^{\circ}\text{C}$  ощутимого снижения температуры воздуха в забоях не происходит, эффект наблюдается лишь в снижении средней относительной влажности воздуха на главных воздухоподающих выработках с 55% до 45%.

В условиях рудника проведены обширные экспериментальные исследования факторов формирования теплового режима, построены тепловые модели рудника с учетом его перспективного развития в аналитическом комплексе «Аэросеть» [6], рассчитана эффективность применения различных способов регулирования теплового режима. С учетом удаленности подземных рабочих зон от стволов установлено, что наиболее эффективным вариантом является применение местных систем кондиционирования воздуха. В качестве примера на рисунке 1 представлена температурная карта выемочного участка рудника, рассчитанная на основе тепловой модели с учетом применения местного кондиционирования воздуха.

С целью практического подтверждения результатов теоретических исследований и обеспечения безопасных условий труда рабочих по тепловому фактору проведены опытно-промышленные испытания местной системы кондиционирования воздуха СКВ-180 холодопроизводительностью 180 кВт, разработанной научно-

производственным объединением «АэроСфера». Данная система состоит из трех основных блоков: воздухоохладителя с вентилятором местного проветривания, холодильной машины и сухой градирни для отведения избыточных тепловыделений в исходящую вентиляционную струю. Все оборудование размещается около вентиляционной сбойки, соединяющей воздухоподающий и вентиляционный штреки. Принцип работы системы заключается в охлаждении свежего воздуха, подаваемого в забой, и отведении избыточных тепловыделений в исходящую вентиляционную струю.



**Рис. 1.** Температурная карта выемочного участка рудника Гремячинского ГОК при применении местного кондиционирования воздуха

На рисунке 2 приведено изображение установленного в выработке воздухоохладителя с вентилятором местного проветривания, которые обеспечивают охлаждение и подачу воздуха в забой к месту работы машиниста комбайна. На рисунке справа изображены проложенные по почве выработки трубопроводы циркуляции хладоносителя от холодильной машины до воздухоохладителя.

В результате исследований эффективности работы системы кондиционирования воздуха установлено, что применение традиционных гибких воздухопроводов для подачи воздуха в забой приводит к интенсивному нагреву холодного воздуха. В таблице 1 приведены результаты измерений нагрева воздуха в воздуховоде.

**Таблица 1**

Нагрев воздуха в воздуховоде по результатам испытаний

Расстояние, м	0	70	120	170	230	280	330
Температура, °C	16,3	19,7	20,8	24	26,2	28,2	29,5

Приведенные величины соответствуют тепловым потерям более 85% от холодильной мощности системы кондиционирования.

Для снижения тепловых потерь разработан и испытан теплоизолированный воздухопровод для подачи охлажденного воздуха в забой. Его применение позволило снизить тепловые потери и за счет этого обеспечить положительный эффект снижения температуры воздуха в забое. В таблице 2 приведены параметры теплового режима в горных выработках на участке испытаний системы кондиционирования воздуха после применения теплоизолированного воздухопровода.



**Рис. 2.** Воздухоохладитель и вентилятор местного проветривания установленной системы кондиционирования воздуха

**Таблица 2**

Температуры воздуха до и после применения СКВ

Участок	Воздухоподающий штрек до охладителя	После охладителя	В забое близ конца воздуховода	Вентиляционный штрек после градирни
До применения СКВ	26,8°С	—	35,0°С	34,4°С
После применения СКВ	26,3°С	12,2°С	21,7°С	43,2°С

Несмотря на ощутимое снижение температуры воздуха на конце воздуховода, при дальнейшем движении воздуха по выработке происходит его интенсивный нагрев и уже на расстоянии 20 метров температура воздуха превышает 26°С. В связи с таким локальным характером снижения температуры следует подробнее рассмотреть вопрос обоснования требуемой холодильной мощности системы кондиционирования воздуха.

На сегодняшний день мощность систем кондиционирования воздуха определяется необходимостью охлаждения всего воздуха, подаваемого в забой. Объем воздуха при этом определяется расчетом количества воздуха. Например, для условий Гремячинского рудника рассчитанные таким образом требуемые холодильные мощности для забоев, проводимых комбайнами Урал-20Р составляют 90 кВт при расчетном расходе воздуха 7 м<sup>3</sup>/с.

Далее подаваемый в забой воздух снижает температуру воздуха во всем призабойном пространстве, включая место кабины машиниста. При этом на проветривание самой кабины идет меньшая часть потока воздуха, остальная часть потока омывает забой и из-за теплообмена с нагретым оборудованием и массивом горных пород вновь быстро нагревается. Тем самым лишь небольшая часть холодильной

мощности идет на создание требуемых микроклиматических условий на рабочем месте машиниста комбайна.

В связи с этим выполним расчет требуемой холодопроизводительности системы охлаждения кабины машиниста комбайна Урал-20Р из соображений локального кондиционирования воздуха только для объема кабины. Так, система кондиционирования должна компенсировать тепловыделения внутрь кабины через ее стенки вследствие теплообмена, которые можно рассчитать по формуле [7]:

$$Q_{ст} = \frac{S \cdot (T_n - T_k)}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь кабины комбайна,  $6,5 \text{ м}^2$ ;  $T_n$  – температура окружающего комбайн воздуха,  $40^\circ\text{C}$ ;  $T_k$  – температура внутри кабины комбайна,  $26^\circ\text{C}$ ;  $\alpha_1$  – коэффициент теплоотдачи между воздухом и стенками внутри кабины,  $8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;  $\alpha_2$  – коэффициент теплоотдачи между воздухом и стенками снаружи кабины,  $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; коэффициенты теплоотдачи рассчитаны, исходя из скоростей движения воздуха внутри и в вне кабины, а термическое сопротивление стенки комбайна, ввиду его небольшого значения по сравнению с теплоотдачей на поверхности кабины, принимается равным нулю.

Результирующие теплопоступления через стенки кабины получаются  $575 \text{ Вт}$ , также дополнительным источником тепла в кабине является машинист. Согласно справочным данным [7], при температуре  $26^\circ\text{C}$  и выполнении работ средней тяжести человек выделяет  $170 \text{ Вт}$  тепла, таким образом минимальная требуемая холодопроизводительность системы охлаждения кабины комбайна составляет  $745 \text{ Вт}$ . Таким образом, локальное кондиционирование воздуха в пределах мест нахождения горнорабочих позволяет на порядок снизить требуемые холодильные мощности даже по сравнению с вариантами местного кондиционирования и тем более по сравнению с вариантами центральных систем. Кроме того, для таких небольших мощностей возможна разработка холодильных машин не только парокомпрессионного типа, но и с использованием альтернативных эффектов охлаждения, например, Пельте или Ранка.

В этом свете еще одной важной особенностью являются необходимые условия для обеспечения работы систем кондиционирования воздуха. Так, например, для охлаждения воздуха заданного объема для отведения избыточных тепловыделений требуется подача большего количества воздуха на градирню (рассматривается случай сухих градирен). Например, на испытываемой установке СКВ-180 для охлаждения расчетных  $7 \text{ м}^3/\text{с}$  свежего воздуха в забой требуется обеспечение градирни расходом не менее  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ , что является дополнительным фактором в расчете требуемого количества воздуха, исходя из обеспечения работы систем кондиционирования воздуха. Это в целом увеличивает сложность проветривания рудника.

Поэтому вопросы повышения эффективности систем кондиционирования воздуха с точки зрения как оптимизации мест и мощности охлаждения, так и с точки зрения технического совершенствования систем, на наш взгляд, являются перспективными и необходимыми в решении задач обеспечения безопасных условий труда.

Следующим важным направлением исследований, реализованным на руднике Гремячинского рудника, является обоснование системы нормирования микроклиматических условий. Согласно п. 152 действующих Федеральным нормам и прави-

лам «Правила безопасности при ведении горных работ ...», температура воздуха на рабочих местах не должна превышать  $+26^{\circ}\text{C}$  [8]. Однако в зависимости от относительной влажности воздуха и скорости движения данная граница температур может соответствовать совершенно различным условиям труда по тепловому фактору [1]. Кроме того, определение предельно допустимых микроклиматических параметров воздуха напрямую влияет на разрабатываемые мероприятия по их обеспечению – чем жестче требования, тем более капиталоемкие и энергозатратные требуются технические решения. Таким образом, обоснование системы нормирования микроклиматических параметров, адекватной горнотехническим условиям, является крайне важной задачей с точки зрения как обеспечения безопасных условий труда горнорабочих, так и экономики ведения горных работ в целом. С решением аналогичных задач столкнулись зарубежные предприятия и на сегодняшний день в мире существует множество подходов к определению допустимых параметров микроклимата и организации работ в условиях повышенных температур [9-11]. В то же время данные исследования не учитывают нормативные требования, действующие в нашей стране.

Поэтому для условий рудника Гремячинского ГОК выполнен цикл исследований, включающий экспериментальное определение уровней энергозатрат профессий подземной группы работников, оценку условий труда по фактору микроклимата на основе измерения средневзвешенного ТНС-индекса для теплого и холодного периодов времени года [12]. В результате установлено, что практически все профессии характеризуются наиболее высокой III категорией энергозатрат и несмотря на достаточно высокие температуры воздуха, достигающие  $+38^{\circ}\text{C}$ , для холодного времени года класс условий труда по тепловому фактору относится к допустимым, а в теплый период времени года класс условий труда не попадает в опасный и является вредным (классы 3.2-3.4). Данная особенность объясняется низкой относительной влажностью воздуха в диапазоне от 25% до 45% из-за высокой гигроскопичности соляных пород. Это существенно облегчает условия, что количественно подтверждается невысокими значениями ТНС-индекса [13].

С учетом проведенного анализа предложено ограничить предельно допустимое значение средневзвешенного ТНС-индекса 25,7, что соответствует вредным условиям труда класса 3.2, исключающим профессиональные заболевания с потерей трудоспособности и опасные условия труда. Для исключения риска локального возрастания тепловой нагрузки предельная температура воздуха ограничена значением  $+32^{\circ}\text{C}$  при влажности не более 45%. Дополнительно в качестве компенсирующих мероприятий предложен контроль за микроклиматическими параметрами в привязке к местам нахождения горнорабочих. Данные требования к микроклиматическим условиям и организационные мероприятия установлены разработанным Обоснованием безопасности опасного производственного объекта в соответствии с Федеральным законом № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и в настоящий момент применяются при эксплуатации и проектировании рудника, в том числе обосновании новых способов и средств управления тепловым режимом.

Надо отметить, что дальнейшее развитие работ в рамках данного направления нормирования микроклимата тесно связано с необходимостью более глубокого изучения пространственно-временной динамики распределения микроклиматических параметров воздуха с учетом принципиально нестационарного характера теплообмена воздуха с массивом горных пород и горными машинами, работающими под переменными нагрузками. Именно эта динамика определяет распределение микроклиматических параметров и результирующие средневзвешенные значения ТНС-

индекса на организм горнорабочих. Отдельные такие исследования уже проведены к настоящему времени [14].

По результатам представленных последних результатов в области обеспечения безопасных условий труда по фактору микроклимата можно выделить следующие перспективные направления исследований по данной тематике:

- разработка теплоизоляционных гибких воздуховодов для подачи охлажденного воздуха в подземные рабочие зоны;
- разработка локальных систем кондиционирования в пределах мест нахождения горнорабочих в качестве дополнения и альтернативы применяемым местным системам кондиционирования воздуха;
- обоснование систем нормирования микроклимата в горных выработках с учетом горнотехнических условий ведения горных работ;
- исследование нестационарных тепловых режимов рабочих зон для разработки математических моделей прогнозирования динамики изменения микроклиматических параметров с учетом мест и времени пребывания горнорабочих;
- развитие организационно-технических мероприятий: применение камер отсидки и средств тепловой защиты, ротацию горнорабочих.

Развитие указанных направлений во многом определит безопасность и экономическую эффективность добычи твердых полезных ископаемых на перспективных глубоких месторождениях нашей страны.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и образования РФ в рамках соглашения по государственному заданию № 075-03-2021-374 от 29 декабря 2020 г.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зайцев А.В. Научные основы расчета и управления тепловым режимом подземных рудников: дис. ...д.т.н.; 25.00.20: защищена 23.05.19 / Зайцев Артем Вячеславович. – Пермь, 2019. – 247 с.
2. Greth A., Roghanchi P., Kocsis C. A review of cooling system practices and their applicability to deep and hot underground US mines // Proceedings of the 16<sup>th</sup> North American Mine Ventilation Symposium. – Golden, 2017. – V. 11. – P. 1-9.
3. Mare P., Marais J.H., van Rensburg J. Improved implementation strategies to sustain energy saving measures on mine cooling systems // Proceedings of the 13<sup>th</sup> Conference on the Industrial and Commercial Use of Energy. – Cape Town, 2015. – P. 102-109.
4. Van Staden H.J., van Rensburg J.F., Groenewald H.J. Optimal use of mobile cooling units in a deep-level gold mine // International Journal of Mining Science and Technology. – 2020. – V. 30, № 4. – P. 547-553. – DOI: 10.1016/j.ijmst.2020.03.004.
5. Казаков Б.П., Левин Л.Ю., Шалимов А.В., Зайцев А.В. Разработка энергосберегающих технологий обеспечения комфортных микроклиматических условий при ведении горных работ // Записки Горного института. – 2017. – Т. 223. – С. 116-124.
6. Аналитический комплекс «АэроСеть»: программа для ЭВМ: свидетельство о гос. регистрации № 2015610589 / Зайцев А.В., Казаков Б.П., Кашников А.В., Кормщиков Д.С., Круглов Ю.В., Левин Л.Ю., Мальков П.С., Шалимов А.В.; заявитель и правообладатель ГИ УрО РАН – № 2014613790; заявл. 24.04.2014; зарегистрировано 14.01.2015; опубл. 20.02.2015. – 1 с.
7. Отопление и вентиляция: учебник для вузов. В 2 ч. / [Каменев П.Н., Сканава А.Н., Богословский В.Н. и др.]. – М.: Стройиздат, 1976. – Ч. II. – 512 с.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых»: утв. 08.12.2020, № 505, действуют с 01.01.2021 г. – М.: ЗАО «НТЦ исследований проблем пром. безопасности, 2021. – 520 с. – (Документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр: сер. 03, вып. 78).

9. McPherson M.J. Subsurface ventilation and Environmental engineering. – London: Chapman & Hall, 2009. – 935 p.
10. Brake R., Donoghue M., Bates G. A new generation of health and Safety Protocols for working in heat // Queensland Mining industry Health and Safety Conference. – Yeppoon, 1998. – P. 1-11.
11. Зайцев А.В., Семин М.А., Клюкин Ю.А. Исследование критериев нормирования микроклиматических условий в горных выработках // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 12. – С. 151-156.
12. Методика проведения специальной оценки условий труда: Утв. 24.01.2014, № 33н. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. – 64 с.
13. Зайцев А.В., Бородавкин Д.А., Поляков И.В. Обеспечение безопасных условий труда по фактору микроклимата для условий глубокого калийного рудника // Горное эхо. – 2020. – № 1 (78). – С. 72-79. – DOI: 10.7242/echo.2020.1.16.
14. Зайцев А.В., Пересторонин М.О., Пугин А.В. Экспериментальное исследование влияния количества воздуха в лаве на формирование микроклимата // Горное эхо. – 2021. – № 2 (83). – С. 74-80. – DOI: 10.7242/echo.2021.2.15.

УДК 622.831.322

DOI:10.7242/echo.2021.3.17

## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫМИ СТВОЛАМИ ПОРОД, ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ В УСЛОВИЯХ НЕЖИНСКОГО ГОКА ИООО «СЛАВКАЛИЙ»

Е.А. Нестеров

*Горный институт УрО РАН, г. Пермь*

**Аннотация.** Обобщены способы дегазации при вскрытии и пересечении различных выбросоопасных пород. Для безопасной проходки шахтных стволов стволопроходческим комплексом SBR на шахтном поле Нежинского ГОКа предложен специальный режим управления газодинамическими процессами и потенциальной (природной) опасностью проявления газодинамических явлений, который заключается в поинтервальном бурении по центру ствола разведочно-дегазационной скважины.

**Ключевые слова:** калийно-магниевые соли, I и II калийные горизонты, разведочно-дегазационная скважина, способы дегазации, вскрытие выбросоопасных пород.

### Введение

Нежинский участок Старобинского месторождения калийных солей площадью около 500 км<sup>2</sup> расположен в Любаньском районе Минской области и примыкает к восточной границе шахтного поля 4 РУ ОАО «Беларуськалий». Разведанные балансовые запасы рудника Нежинского ГОКа для отработки восточной части Нежинского участка Старобинского месторождения калийных солей слагаются из запасов I, II и III калийных горизонтов. Пласты калийных горизонтов имеют сложное строение и состоят из ритмичного чередования слоев каменной соли, сильвинитов и галопелитов [1, 2].

В течение первых 20-30 лет эксплуатации проектная мощность рудника Нежинского ГОКа будет поддерживаться за счет освоения запасов I и II калийных горизонтов. В настоящее время на шахтном поле Нежинского ГОКа ИООО «Славкалий» ведется проходка шахтных стволов стволопроходческим комплексом SBR.

Практика ведения горных работ в рудниках на Старобинском месторождении калийных солей свидетельствует о том, что соляные породы газоносны и при ведении горных работ могут происходить обычные и динамические выделения свободных газов, которые могут представлять серьезную угрозу жизни шахтеров. Динамические га-