

А.В. Николаев, Н.А. Королев

A.V. Nikolaev, N.A. Korolev

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

СНИЖЕНИЕ УТЕЧЕК ВОЗДУХА В БЛОКАХ, ОТРАБАТЫВАЮЩИХ НАКЛОННЫЕ ПЛАСТЫ

REDUCING LEAKAGE AIR MOUNTAINOUS AREAS, FULFILLS AN INCLINED PLANE

Описывается разработанная схема проветривания блоков, обрабатываемых по падению пласта, в которой используется положительное действие тепловых депрессий. При подобной схеме проветривания наблюдается значительное увеличение объема воздуха, поступающего в блок (панель), но проявляются и негативные факторы. На начальном этапе обработки блока в предлагаемой схеме наблюдаются утечки воздуха в конвейерный штрек, значительные по своей величине. На конечном – рециркуляция отработанного (загрязненного) воздуха в рабочие камеры. Для устранения данных негативных факторов было предложено ограждать передвижной вентиляционной перемычкой выемочный штрек на начальном и конечном этапах обработки блока (панели). Для этой цели была разработана конструкция перемычки. Использование перемычки в предлагаемой схеме проветривания позволит снизить утечки воздуха в блоках, а также использовать положительное действие тепловых депрессий. В результате этого повысится энергоэффективность проветривания выемочных участков калийных рудников.

This paper describes the developed scheme of ventilation units, mountainous areas, which uses the positive effect of thermal depressions. When such a scheme of ventilation observed a significant increase in air entering the unit (panel), but also there are negative factors. At the initial stage of working out the block in the proposed scheme, there are air leaks in the conveyer drift, large in magnitude. At the end – recycling of waste (polluted) air in the working chamber. To address these negative factors in the above work was requested to protect mobile ventilation retral drift excavation on the initial and final stages of the mining unit (panel). For the purpose of design bridge, which is also contained in the paper. Using a jumper in the proposed scheme of ventilation will reduce air leakage into blocks and use the positive effect of the thermal depression. In the result is increase energy efficiency airing mountain areas of potash mines.

Ключевые слова: естественная тяга, тепловая депрессия, утечки воздуха, наклонные пласты, шахтная передвижная вентиляционная перемычка.

Keywords: natural draft, thermal depression, air leakage, the inclined strata, mine ventilation mobile jumper.

При добыче полезных ископаемых подземным способом возникает необходимость проветривания добычных участков. Необходимый объем воздуха, требуемого для подачи в рудник, складывается из объемов воздуха, пода-

ваемого во все рабочие участки, в результате чего выбирается режим работы главной вентиляторной установки (ГВУ): производительность и давление, развиваемое вентилятором. Энергопотребление ГВУ зависит от данных параметров, а снижение производительности и давления, развиваемого вентилятором, будет способствовать уменьшению затрат электроэнергии на проветривание рудника в целом.

При проветривании добычных участков (панелей и блоков) калийных рудников Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС), обрабатывающих наклонные пласты, необходимо учитывать тот факт, что между подземными горными выработками неизбежно будут возникать тепловые депрессии (естественные тяги), вызванные разностью плотности воздуха в них. Обычно тепловые депрессии имеют небольшое абсолютное значение, но ввиду того, что калийные рудники обладают малым аэродинамическим сопротивлением, их влияние на процесс проветривания становится довольно значительным. При отработке блоков, расположенных по восстанию пласта, возникающие в нем тепловые депрессии способствуют проветриванию. При отработке блоков, расположенных по падению пласта, наоборот, депрессии препятствуют требуемому направлению движения воздуха в них и в некоторых случаях в них наблюдается реверс воздушной струи в конвейерном штреке. Исключить подобную ситуацию можно, если конвейерный штрек использовать в качестве вентиляционного. Подобный способ проветривания был применен еще в 1957 г. на шахтах Германии для снижения концентрации метана в исходящих струях и очистных выработках, а также для снижения температуры и запыленности воздуха в механизированных забоях [1–3]. Для калийных рудников ВКМКС также предлагалось использовать конвейерный штрек панелей [4–8 и др.] и блоков [9], обрабатывающих наклонные пласты, в качестве вентиляционного. В предлагаемых схемах действие тепловых депрессий в блоках и панелях будет совпадать с требуемым направлением движения воздуха в конвейерном штреке.

Мероприятия, повышающие эффективность проветривания. Для предотвращения отрицательного и использования положительного действия тепловых депрессий в работах [9, 10] было предложено схемы проветривания блоков, расположенных по восстанию пласта, оставить без изменения, а блоки, расположенные по падению пласта, обрабатывать по схеме, приведенной на рис. 1.

Основной идеей является то, что вентиляционные штреки необходимо проходить только на длине той части блока, в которой ведутся очистные работы, а конвейерный штрек использовать в качестве вентиляционного. Эти штреки могут быть сформированы путем сбойки в конце камер: первый ход комбайна (первый слой) сбивается с соседней уже отработанной камерой, и тем самым на границе блока формируется выработка (рис. 2).

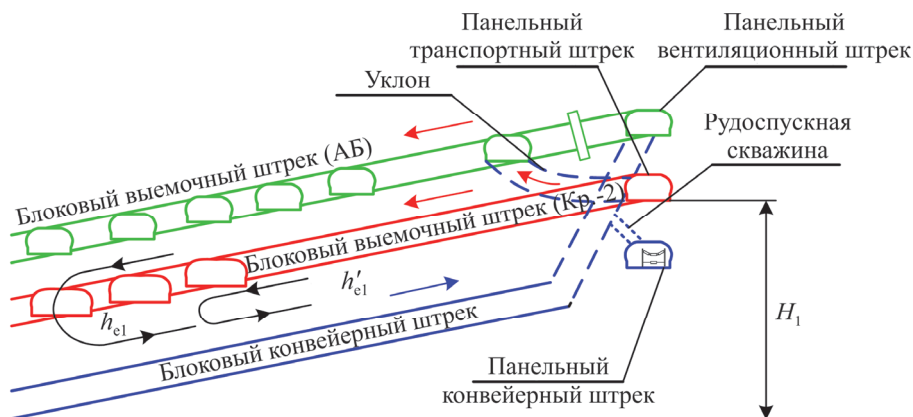


Рис. 1. Схема проветривания блока по предлагаемой схеме (разрез по выемочному и заглубленному конвейерному штрекам)

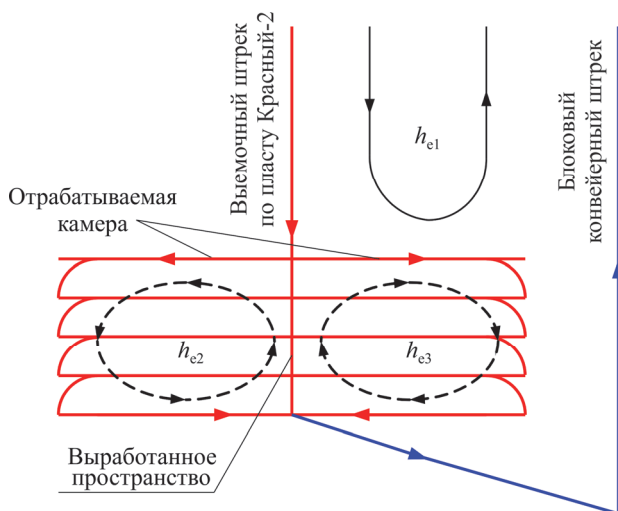


Рис. 2. Предлагаемая схема подготовки и отработки блока (пласт Красный-2)

Появление в районе ведения очистных работ вентиляционных штреков будет являться причиной возникновения тепловых депрессий h_{e2} и h_{e3} (см. рис. 2). Эти две тяги направят струю воздуха в вентиляционных штреках сверху вниз, но будут препятствовать нормальному движению воздуха в выемочном штреке, т.е. должны заставить воздух двигаться в первые рабочие камеры (отрабатываемые камеры).

При исследовании данных схем [9, 10] выяснилось, что их применение действительно будет способствовать увеличению общего объема воздуха, подаваемого в блок. Однако были выявлены и негативные последствия:

– на начальном этапе обработки блоков тепловые депрессии h_{e2} и h_{e3} будут невелики по своему абсолютному значению, а следовательно, не смогут в достаточной мере препятствовать утечкам воздуха в конвейерный штрек через выработанное пространство (см. рис. 2);

– по мере приближения фронта очистных работ к началу блока тепловые депрессии h_{e2} и h_{e3} будут достигать такой величины, что часть отработанного воздуха будет рециркулировать в рабочие камеры.

Для предотвращения подобных негативных явлений в работе [11] было предложено обрабатываемые камеры ограждать перемычкой, перемещаемой вслед за движением фронта очистных работ на начальном этапе обработки блока и при приближении обрабатываемых камер к началу блока.

При этом предварительно осуществляют расчет минимальной и максимальной тепловых депрессий $h_{e \min}$ и $h_{e \max}$ соответственно, возникающих между выемочным штреком и вентиляционными сбойками а также между выемочным и заглубленным конвейерно-вентиляционным штреками, как функций от минимальной $h_{e \min} = f(\Delta H_{\min})$ и максимальной $h_{e \max} = f(\Delta H_{\max})$ величин разностей высотных отметок между местом обработки рабочих камер и местом выхода воздуха из выемочного штрека в уклон ΔH_{\min} и ΔH_{\max} (рис. 3). Величины ΔH рассчитывают в зависимости от количества парных отработанных камер по следующим формулам:

$$\Delta H = L_{\text{в.уч}} - \left(L_{\text{от.уч}} - (b_{\text{от.уч}} + 2b_{\text{кам}} + b_{\text{цел}}) \right) \sin \theta \text{ при } N_{\text{пар.кам}} = 2,$$

$$\Delta H = L_{\text{в.уч}} - \left(L_{\text{в.уч}} - N_{\text{пар.кам}} (b_{\text{кам}} + b_{\text{цел}}) \right) \sin \theta \text{ при } N_{\text{пар.кам}} > 2,$$

где $L_{\text{в.уч}}$ – длина выемочного участка; $N_{\text{пар.кам}}$ – количество парных отработанных камер; $L_{\text{от.уч}}$ – длина отработанного участка за вентиляционными сбойками, м; $b_{\text{кам}}$ – ширина отработанных камер, м; $b_{\text{цел}}$ – ширина целика, м; θ – угол падения пласта, град.

Исследование перемычек, существующих в настоящее время, показало, что они не способны в полной мере выполнить данную задачу: устройства, обеспечивающие достаточную герметичность, не позволяют быстро перемещать их на новое место, и наоборот, если конструкция перемычки обеспечивает быстрое ее перемещение, не будет обеспечиваться надежная изоляция воздуха.

Первоначально рассматривался вариант использования воздушных перемычек отечественного [12] и зарубежного [13, 14] производства, которые могут в полной мере изолировать выемочный штрек от утечек. Однако в подобные устройства необходимо закачивать большие объемы воздуха, в результате чего требуется отдельная компрессорная установка. При этом на закачку необходимо довольно много времени, что снижает производительность добычного комплекса.

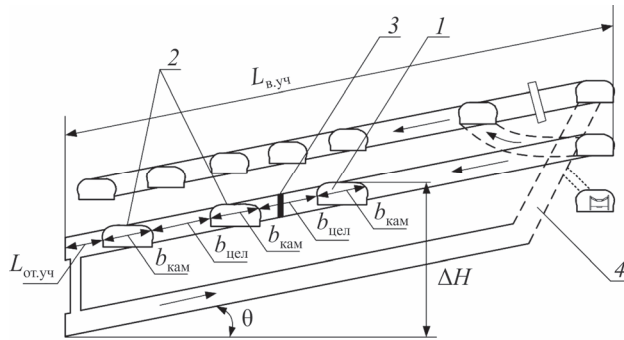


Рис. 3. Схема подготовки и отработки блока с нанесенными расчетными величинами: 1 – рабочие камеры; 2 – отработанные камеры; 3 – шахтная вентиляционная перемычка; 4 – уклон

С учетом описанных недостатков была разработана конструкция шахтной передвижной вентиляционной перемычки (рис. 4) [14].

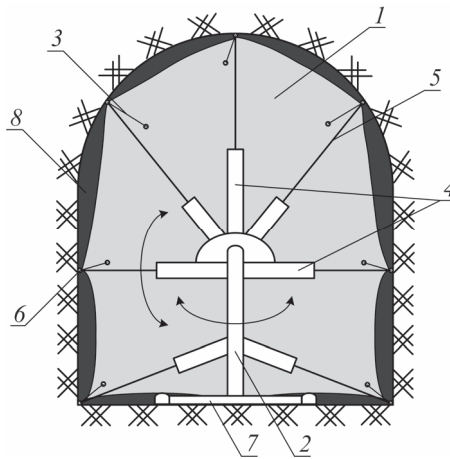


Рис. 4. Шахтная передвижная вентиляционная перемычка: 1 – полотно; 2 – армирующий каркас; 3 – стропы; 4 – вращающиеся мачты; 5 – телескопические упоры; 6 – крепежные кольца; 7 – салазки; 8 – пневмуравак

Перемычка устанавливается в части горной выработки, предназначенной для изоляции от утечек воздуха. В месте установки перемычки мачты 4 разворачиваются по периметру выработки и упираются в стенки и кровлю раздвигающимися телескопическими упорами 5. Через крепежные кольца 6 телескопических упоров 5 протягиваются стропы 3 и натягивается полотно 1, перекрывающее основную часть выработки. После закрепления полотна 1 во вшитый по его периметру пневмуравак 8 подается сжатый воздух. При закачке сжатого воздуха

пневморукав 8 раздувается и принимает форму выработки, надежно изолируя ее от утечек воздуха. Количество закачиваемого воздуха ограничивают только объемом пневморукава для принятия им необходимой формы и поддержания требуемого давления.

Использование эластичного пневморукава, за счет изменения давления воздуха в нем, позволит эффективно использовать переемычку при различных неровностях стенок, кровли и почвы выработки. Для перемещения переемычки на новое место необходимо выпустить воздух из пневморукава, сложить вращающиеся мачты, расположенные в верхней части каркаса, повернуть армирующий каркас вокруг своей оси и доставить переемычку к новому месту установки.

Предлагаемая схема проветривания позволит увеличить объем воздуха подаваемого в добычной участок, а установка разработанной передвижной переемычки в блоках, обрабатываемых по падению пласта, позволит значительно снизить утечки воздуха в конвейерный штрек, в результате чего сократятся затраты электроэнергии на проветривание. При этом для перемещения переемычки на новое место установки и на операцию по ее сборке-разборке потребуется гораздо меньше времени и энергетических затрат (на закачку воздуха) по сравнению с теми же операциями для существующих в настоящее время устройств.

Список литературы

1. Homotropical ventilation // The mining Engineering (Gr. Brit.). – 1978. – Vol. 138, № 209. – P. 498–499.
2. Hardcastle S.G., Kolada R.J., Stokes A.W. Studies into the wider application of controlled recirculation in Mine Ventilation // The mining Engineering (Gr. Brit.). – 1984. – Vol. 143, № 273. – P. 591–598.
3. Impact of using auxiliary fans on coal mine ventilation efficiency and cost / Wallace K.G., McPherson M.J., Brunner D.J., Kissel F.N.) // Bur. mines US Dep. Inter. – 1990. – № 9307. – P. 1–8.
4. Мохирев Н.Н. Разработка современных методов и средств обеспечения высокоэффективного проветривания рудников, обладающих малыми аэродинамическими сопротивлениями: дис. ... д-ра техн. наук / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 1994. – 302 с.
5. Мохирев Н.Н., Постникова М.Ю., Николаев А.В. Выбор схем вентиляции крыльев, панелей и блоков калийного рудника с учетом фактора возникновения и влияния тепловых депрессий // Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование: сб. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Пермь, 2009. – Вып. 5. – С. 88–91.
6. Мохирев Н.Н. Влияние естественной тяги на воздухораспределение в вентиляционной сети // Изв. вузов. Горный журнал. – 1984. – № 4. – С. 30–33.

7. Мохирев Н.Н., Трофимов Н.А. Расчет величины естественной тяги, возникающей в наклонных выработках выемочных участков // Изв. вузов. Горный журнал. – Свердловск, 1987. – № 5. – С. 42–44.

8. Мохирев Н.Н., Третьякова Н.Г., Трофимов Н.А. Экспериментальное исследование влияния естественной тяги на воздухораспределение // Проблемы безопасной разработки калийных месторождений: тез. докл. науч.-техн. конф. – Минск, 1990. – С. 134–135.

9. Николаев А.В. Влияние различных факторов на воздухораспределение в блоках, обрабатывающих наклонные пласты // Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование. – Пермь, 2010. – № 3. – С. 97–103.

10. Николаев А.В. Управление тепловыми депрессиями в системах вентиляции калийных рудников: дис. ... канд. техн. наук / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь, 2012. – 159 с.

11. Способ проветривания выемочного участка при обратном порядке отработки: пат. 2529459 Рос. Федерация, МПК E21F1/00 / А.В. Николаев, Н.И. Алыменко, А.Н. Земсков, В.А. Николаев. – № 2013132295/03; заявл. 11.07.2013; опубл. 27.09.2014, Бюл. № 27.

12. Устройство локализации энергии взрывной волны: пат. 2153075 Рос. Федерация, МПК E21F5/00 / Чуприков А.Е., Лагутин В.И., Гуттер А.А., Гильденберг А.И.; заявитель и патентообладатель Российский научно-исследовательский институт горноспасательного дела. – № 96117738/03; заявл. 02.09.1996; опубл. 20.07.2000, Бюл. № 6.

13. Trevits M.A., McCartney C., Roelofs H.J. (B.) Testing and evaluation of an inflatable temporary ventilation control device // Printed works of SME Annual Meeting and Exhibit, February 22–25, Denver, Colorado. – 2009. – P. 9–18.

14. Pat. № 6547492 US B1. Inflatable mine support / D.N. Degville. – Date of patent 15.04.2003.

15. Николаев А.В., Алыменко Н.И., Николаев В.А. Пат. 116575 Рос. Федерация, МПК E21F17/107; № 201200720/03; заявл. 11.01.2012; опубл. 27.05.2012, Бюл. № 15.

Получено 30.06.2014

Николаев Александр Викторович – кандидат технических наук, доцент, ПНИПУ, ГНФ, e-mail: nikolaev0811@mail.ru.

Королев Николай Александрович – студент, ПНИПУ, ГНФ, гр. ЭАПУ-09, e-mail: nizachem@mail.ru.