УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕКРЫТИЯ РУДОСПУСКА

А.В. Николаев, Н.И. Алыменко*, В.А. Николаев

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

*Горный институт УрО РАН, Пермь, Россия

Отработка шахтного поля на рудниках Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС) осуществляется по панельно-блоковой схеме. Полезное ископаемое на рудниках ВКМКС залегает таким образом, что в блоках и панелях в основном обрабатываются наклонные пласты. При подобной схеме отработки в блоках (панелях) возникают тепловые депрессии (естественные тяги), вызванные разностью плотностей (удельного веса) воздуха в конвейерном, транспортном и вентиляционном штреках. В блоках, обрабатываемых по восстановлению пласта, тепловые депрессии способствуют проветриванию, а в блоках, отработанных по падению пласта, наоборот, препятствуют требуемому направлению движения воздуха. Для исключения негативного влияния тепловых депрессий на процесс проветривания блоков, обрабатываемых по падению пласта, были предложены схемы, в которых конвейерный штрек будет использоваться в качестве вентиляционного. Согласно расчетам подобная схема вентиляции действительно повысит эффективность проветривания. Однако по мере приближения фронта очистных работ к началу блока через рудоспуски будут увеличиваться утечки воздуха. В связи с этим необходимо разработать устройство, препятствующее утечкам воздуха, но при этом оно должно соответствовать правилам техники безопасности, а ее применение не должно нарушать санитарно-гигиенические условия труда горнорабочих при его эксплуатации.

В статье описано устройство для перекрытия рудоспуска, предназначенное для снижения утечек воздуха в предлагаемой схеме проветривания блоков, обрабатывающих наклонные пласты. Кроме сокращения утечек, данное устройство способствует снижению запыленности воздуха, защите от падения горнорабочих в рудоспуск и исключает возможность «заштыбовки» рудоспуска.

Ключевые слова: рудоспуск, естественная тяга, тепловая депрессия, наклонные пласты, утечка воздуха, свежий воздух, калийный рудник, схема вентиляции.

DEVICE FOR THE OVERLAP OF ORE CHUTE

A.V. Nikolaev, N.I. Alymenko*, V.A. Nikolaev

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

*Mining Institute, Ural Branch of the Russian Academy
of Sciences, Perm, Russia

Debugging of mine underground storage at Verkhnekamskoe field of potassium and magnesium salts (VKMKS) is realized by panel and block scheme caving. Mineral at VKMKS is bedded in such a way that mainly inclined beds are debugged in panel and blocks. By using such debugging scheme heat drawdowns (natural draughts) generated by tightness difference (density) of air in belt heading, transport drift and gutter are appeared. The schemes with using belt headings as ventilation one are proposed for elimination negative influence of heat drawdown on the blocks' ventilation process. According to calculations, such scheme will permit to increase an effectiveness of ventilation. However, air leakages will grow with the approach of the second workings to the block beginning through ore chutes. Due to that fact, it is considered to be valuable to develop device which will allow overlapping air leakages. Besides, this device shall have to meet requirements of safety engineering and hygiene and sanitary conditions of miners within exploitation.

Within the article, the device for the overlap of ore chute aimed at decreasing air leakages in proposed ventilation system blocks debugging inclined beds is described. Given device contributes to reduce dustiness of air, to protect miners from falls to ore chute and to rule out the possibility of ore chute gumming.

Keywords: ore chute, natural draught, heat drawdown, inclined bed, air leakage, clean air, potassium mine, ventilation system.

Введение

В нашей стране и в мире на горнорудных предприятиях большое внимание уделяется внедрению современных средств техники безопасности, обеспечению необходимых санитарно-гигиенических условий труда и устранению производственного травматизма, которые неразрывно связаны с вентиляцией рудников и шахт. При этом затраты электроэнергии на проветривание согласно [1, 2] достигают 30 % от всего энергопотребления рудников.

Основной задачей вентиляции рудников является обеспечение рабочих зон свежим воздухом. При этом необходимо стремиться к снижению неуправляемых потерь воздуха, не участвующего в проветривании (утечек), так как в результате их действия в руднике приходится подавать значительно большие объемы воздуха, чем требуется для обеспечения всех рабочих зон, что приводит к увеличению потребления электроэнергии, затрачиваемой на вентиляцию.

На калийных рудниках в основном применяется панельно-блоковая схема подготовки и отработки. Данная схема выполняется таким образом, что панельные (блоковые) конвейерные штреки располагаются под выемочными (транспортными) штреками – так называемые заглубленные конвейерные штреки. Руда при такой схеме выемки полезного ископаемого пересыпается из самоходного вагона (СВ) на конвейер через рудоспускные скважины (рудоспуски). При проветривании блоков (панелей), обрабатывающих наклонные пласты, в них неизбежно возникают тепловые депрессии (естественные тяги), вызванные разностью плотностей (удельного веса) воздуха в сообщающихся выработках. В случае отработки блока по восстанию пласта тепловые депрессии в нем будут способствовать проветриванию, при отработке блока, расположенного по падению пласта, наоборот, тепловые депрессии будут препятствовать требуемому направлению движения воздуха. Несмотря на то

что по абсолютной величине тепловые депрессии имеют сравнительно небольшое значение, в некоторых случаях они реверсируют поток воздуха в конвейерном штреке (при традиционной схеме проветривания). Исключить подобную ситуацию можно, если конвейерный штрек использовать в качестве вентиляционного. Подобный способ проветривания был применен еще в 1957 г. в шахтах Германии для снижения концентрации метана в исходящих струях и очистных выработках, а также для снижения температуры и запыленности воздуха в механизированных забоях [3–5]. Для калийных рудников ВКМКС также предлагалось использовать конвейерный штрек блоков [6, 7], отрабатывающих наклонные пласты, в качестве вентиляционного. В предлагаемых схемах действие тепловых депрессий в блоках и панелях будет совпадать с требуемым.

Описание схемы проветривания блоков калийных рудников

На рис. 1 приведена схема проветривания блока, расположенного по падению пласта, в которой тепловые депрессии обозначены через h_{e1} (тепловая депрессия, действующая между конвейерным и выемочным штреками в пласте АБ) и h'_{e1} (тепловая депрессия, действующая между конвейерным и выемочным штреками в пласте Красный-2). Подобные схемы хорошо зарекомендовали себя с точки зрения положительного использования тепловых депрессий, однако по мере приближения фронта очистных работ к началу блока (панели) рудоспуски начнут «закорачивать» через себя часть воздуха, поступающего в блок (панель). Согласно работе [8] утечки через рудоспуски могут достигать более 32 % от общего объема воздуха, подаваемого в блок. В других исследованиях за рубежом [9, 10] и в России [11] значение утечек находится в пределах 20–35 %. В связи с этим требовалось разработать устройство, позволяющее снизить утечки

Рис. 1. Проветривания блока по предлагаемой схеме
(разрез по выемочному и заглубленному конвейерному штрелкам)

воздуха через рудоспуски в период между разгрузками СВ. При этом к разрабатываемому устройству было предъявлено требование, что оно должно не только способствовать снижению утечек воздуха, но и обеспечивать безопасность, улучшить условия труда и повысить скорость разгрузки СВ.

В настоящее время для обеспечения безопасности труда рабочих рудоспуски закрываются металлической решеткой. Механическое соударение руды о решетку резко увеличивает время разгрузки по сравнению с открытым сечением рудоспуска диаметром 50 или 80 см. В разгружаемой руде встречаются куски, размер которых превышает размер ячейки решетки, поэтому нередко случаи «заштыбовки» рудоспуска, для очистки которого также требуется время.

Применение таких решеток вызывает еще одно нежелательное явление – повышенную запыленность окружающего пространства при разгрузке СВ.

Затраты времени на разгрузку СВ через рудоспуск включаются в общее время цикла (погрузка руды в СВ, движение до рудоспуска, разгрузка руды в рудоспуск и движение СВ до комбайна). Время разгрузки руды согласно [1] может достигать в зависимости от длины хода доставки от 10 до 30 % от суммарного

времени цикла. Таким образом, сокращение времени на разгрузку – это существенный резерв для повышения производительности добычного комплекса.

Известны случаи, когда для исключения «заштыбовки» рудоспуска горнорабочие отказывались от использования решетки, что запрещается правилами безопасности.

Обзор существующих устройств

В настоящее время рудоспуски предлагается оборудовать устройствами, приведенными ниже, вместо металлической решетки.

Затвор для рудоспуска [12] по сравнению с металлической решеткой исключает возможность «заштыбовки» руды и запыленности воздуха. Однако при установке подобного устройства в нижней части рудоспуска не обеспечивается выполнение правил безопасности. Также работу затвора необходимо регулировать дистанционно, т.е. увеличивать время на его закрытие (открытие).

Устройство для перекрытия рудоспуска [13] обеспечивает перекрытие сечения рудоспускной скважины во время между разгрузками СВ. Но при этом также требуется привод дистанционного управления затвором. При этом в момент разгрузки СВ сечение рудоспуска, ис-

пользуемое для прохода руды, гораздо меньше (примерно 50 %) его полного сечения, что может вызвать «заштыбовку» при разгрузке крупногабарита.

Рассмотренные устройства [14, 15] также обладают описанными выше недостатками.

Таким образом, существующие модели не способны обеспечить защиту от всех предъявляемых к разрабатываемой модели требований одновременно, а именно: снижение утечек и запыленности воздуха, соблюдение правил безопасности и при этом уменьшение времени на разгрузку СВ.

Описание предлагаемого устройства

В связи с этим было разработано устройство [16] (рис. 2), обеспечивающее требуемые условия следующим образом.

Устройство размещают на почве выработки 1 в устье рудоспуска 2. При необходимости можно увеличивать устье рудоспуска раструбом 3. При подъезде к рудоспуску колеса самоходного вагона (не показан) упираются в отбойный брус 4, размещенный на заданном расчетном расстоянии, обеспечивающем остановку вагона так, чтобы его конвейер располагался точно над рудоспуском. Подвижная шторка 10 отодвигается бортом СВ, который упирается в упор 11. Осуществляется разгрузка руды непосредственно в рудоспуск, после чего при отъезде вагона подвижная шторка 10 под действием груза-противовеса 14 возвращается в исходное положение и герметично перекрывает вход в кожух 13 с помощью уплотнителя 15.

Рис. 2. Устройство для перекрытия рудоспуска: 1 – соляная толща; 2 – рудоспуск; 3 – раструб (расширение устья рудоспуска); 4 – отбойный брус; 5 – упорный брус; 6 – крепежный анкер; 7 – опорная рама; 8 – вертикальная стойка; 9 – задняя стенка защитного кожуха; 10 – подвижная шторка; 11 – упор; 12 – ось подвижной подвески; 13 – изолирующий кожух; 14 – груз-противовес; 15 – уплотнитель

Заключение

Таким образом, было разработано устройство, позволяющее в момент времени между разгрузками СВ изолировать рудоспуск от утечек воздуха, а также предохранять от несчастных случаев – падения в него человека. В момент разгрузки исключается «заштыбовка» рудоспуска, что уменьшает время цикла работы комбайнового комплекса. При этом не требуется дистанционное управление закрытием и открытием затвора. В момент разгрузки вся руда будет подаваться в рудоспускную скважину, что исключит ее соударение с элементами устройства, вследствие чего снизится запыленность воздуха.

Список литературы

1. Старков Л.И., Земсков А.Н., Кондрашев П.И. Развитие механизированной разработки калийных руд. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 522 с.
2. Мохирев Н.Н. Разработка современных методов и средств обеспечения высокоэффективного проветривания рудников, обладающих малыми аэродинамическими сопротивлениями: дис. ... д-ра техн. наук. – Пермь, 1994. – 302 с.
3. Homotropical ventilation // The mining Engineering (Gr. Brit.). – 1978. – Vol. 138, № 209. – P. 498–499.

4. 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.
5. Impact of using auxiliary fans on coal mine ventilation efficiency and cost / K.G. Wallace, M.J. McPherson, D.J. Brunner, F.N. Kissel // *Bur. mines US Dep. Inter.* – 1990. – № 9307. – P. 1–8.
6. Разработка мероприятий по приведению в рабочее состояние вентиляционных систем панелей рудника СКРУ-3: отчет о выполненной услуге по договору 2007/25. – Пермь, 2007. – 29 с.
7. Николаев А.В. Влияние различных факторов на воздухораспределение в блоках, обрабатывающих наклонные пласты // *Рудник будущего: проекты, технологии, оборудование*. – Пермь, 2010. – № 3. – С. 97–103.
8. Николаев А.В. Управление тепловыми депрессиями в системах вентиляции калийных рудников: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Пермь, 2012. – 20 с.
9. Timko R.J., Thimons E.D. New techniques for reducing stopping leakage. U.S. Bureau of Mines Information Circular 8949. – 15 p.
10. Middleton J.N., Burton R.C., Walker K. Monitoring and control in the recirculation of underground ventilation air // *Autom. Miner Resour. Dev. Proc. 1-st IFAK Symp., Brisbane, 1985*. – P. 95–102.
11. Мохирев Н.Н. Проветривание подземных горнодобывающих предприятий. – Пермь, 2001. – 280 с.
12. Затвор для рудоспуска: пат. № 2354600 C1 Рос. Федерация / Ю.Д. Тарасов. Оpubл. 10.05.2009, МКИ E21F13/04.
13. Устройство для перекрытия устья рудоспуска: пат. № 2023167 C1 Рос. Федерация / Ю.Н. Шапошник. Оpubл. 15.11.1994, МКИ E21F13/00.
14. Цепной затвор для рудоспуска: пат. № 2352785 C1 Рос. Федерация / Ю.Д. Тарасов. Оpubл. 20.04.2009, МКИ E21F13/04.
15. Устройство для выпуска руды: пат. № 2312810 C1 Рос. Федерация / Ю.В. Порошин Оpubл. 20.12.2007, МКИ E21F13/04.
16. Заявка на пат. № 2012100435/03(000654). Устройство для перекрытия рудоспуска / А.В. Николаев, Н.И. Алыменко, В.А. Николаев. – Поступ. 10.01.2012.

References

1. Starkov L.I., Zemskov A.N., Kondrashev P.I. Razvitie mekhanizirovannoї razrabotki kaliinykh rud [The development of mechanized development of potash ores]. Perm: Izd-vo Perm. gos. tekhn. un-ta, 2007. 522 s.
2. Mokhirev N.N. Razrabotka sovremennykh metodov i sredstv obespecheniia vysokoeffektivnogo provetrivaniia rudnikov, obladaiushchikh malymi aerodinamicheskimi soprotivleniiami: dis. ... d-ra tekhn. nauk [The development of modern methods and means of providing highly ventilate the mine, with low aerodynamic resistance: thesis. Dr. ... technical. Science]. Perm, 1994. 302 s.
3. Homotropical ventilation. *The mining Engineering (Gr. Brit.)*, 1978, Vol. 138, no. 209, pp. 498–499.
4. 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, no. 273, pp. 591–598.
5. Wallace K.G., McPherson M.J., Brunner D.J., Kissel F.N. Impact of using auxiliary fans on coal mine ventilation efficiency and cost. *Bur. mines US Dep. Inter.*, 1990, no. 9307, pp. 1–8.
6. Razrabotka meropriatii po privedeniiu v rabochee sostoianie ventiliatsionnykh sistem panelei rudnika SKRU-3: otchet o vypolnennoi usluge po dogovoru [Development of measures to bring into operation the mine ventilation panels twisted-3: Report on the executed service agreement for 2007/25]. Perm, 2007/25, 2007. 29 s.
7. Nikolaev A.V. Vliianie razlichnykh faktorov na vozdukhoraspredelenie v blokakh, otrabatyvaiushchikh naklonnye plasty [The influence of various factors on the air distribution in the blocks, practiced inclined strata]. *Rudnik budushchego: proekty, tekhnologii, oborudovanie*, 2010, no. 3, pp. 97–103.
8. Nikolaev A.V. Upravlenie teplovymi depressiiami v sistemakh ventiliatsii kaliinykh rudnikov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Control of thermal depression in ventilation potash mines: Abstract of thesis. ... candidate. technical. sciences.]. Perm, 2012. 20 s.
9. Timko R.J., Thimons E.D. New techniques for reducing stopping leakage. U.S. Bureau of Mines Information Circular 8949. 15 p.
10. Middleton J.N., Burton R.C., Walker K. Monitoring and control in the recirculation of underground ventilation air. *Autom. Miner Resour. Dev. Proc. 1-st IFAK Symp., Brisbane, 1985*, pp. 95–102.

11. Mokhired N.N. Provetrivanie podzemnykh gornodobyvaiushchikh predpriatii [Ventilation of underground mining]. Perm, 2001. 280 p.
12. Tarasov Iu.D. Zatvor dlia rudospuska [The bolt for the ore passes]. Patent RF na izobretenie № 2354600 S1. Opubl. 10.05.2009, MKI E21F13/04.
13. Shaposhnik Iu.N. Ustroistvo dlia perekrytiia ust'ia rudospuska [The device for closing the mouth of the ore passes]. Patent RF na izobretenie № 2023167 S1. Opubl. 15.11.1994, MKI E21F13/00.
14. Tarasov Iu.D. Tsepnoi zatvor dlia rudospuska [Chain gate for ore passes]. Patent RF na izobretenie № 2352785 S1. Opubl. 20.04.2009, MKI E21F13/04.
15. Poroshin Iu.V. Ustroistvo dlia vypuska rudy [The device for the production of ore]. Patent RF na izobretenie № 2312810 S1. Opubl. 20.12.2007, MKI E21F13/04.
16. Nikolaev A.V., Alymenko N.I., Nikolaev V.A. Zaiavka na patent № 2012100435/03(000654). Ustroistvo dlia perekrytiia rudospuska [A device for covering ore passes]. Postup. 10.01.2012.

Об авторах

Николаев Александр Викторович (Пермь, Россия) – ассистент кафедры электрификации и автоматизации горных предприятий Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, ул. Комсомольский просп., 29; e-mail: nikolaev0811@mail.ru).

Алыменко Николай Иванович (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник УрАН «Горный институт Уральского отделения РАН» (614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78а; e-mail: nik.alymenko@yandex.ru).

Николаев Виктор Александрович (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры электрификации и автоматизации горных предприятий Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, ул. Комсомольский просп., 29; e-mail: eagp@mail.ru).

About the authors

Nikolaev Aleksandr V. (Perm, Russia) – assistant, department for electrification and delfts automation, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky ave., 29; e-mail: nikolaev0811@mail.ru).

Alymenko Nikolay I. (Perm, Russia) – dr., professor, senior research assistant, Mining Institute, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (614007, Perm, Sibirska str., 78a; e-mail: nik.alymenko@yandex.ru).

Nikolaev Viktor A. (Perm, Russia) – senior lecturer, Department for electrification and delfts automation, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky ave., 29; e-mail: eagp@mail.ru).

Получено 12.05.2012