УДК 622.411

В.В. Ярошенко, М.С. Кислицын

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБРУШЕНИЙ ОСНОВНОЙ КРОВЛИ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКАХ ПО ПЛАСТУ «ТРОЙНОЙ» ВОРКУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

На примере лавы №1022-ю работающей по пласту «Тройной» шахты «Воркутинская» АО «Воркутауголь» рассмотрено влияние обрушений основной кровли на аэродинамические процессы на выемочном участке. Проведено сравнение фактических и расчетных шагов обрушения основной кровли при первичной посадке и в режиме установившегося движения, проведен анализ поршневого эффекта выталкивания метановоздушной смеси из выработанного пространства в прилегающие выработки в периоды обрушения основной кровли. Приведены схемы зависания пород основной кровли в выработанном пространстве и механизм образования зазора между обрушенными породами непосредственной кровли и зависающей консолью основной кровли. Произведен анализ данных датчиков системы автоматического газового контроля (АГК), построены зависимости всплесков концентрации метана по длине выемочного столба и изменение нагрузки на очистной забой по длине выемочного столба.

Ключевые слова: основная кровля, выемочный столб, шаг обрушения, концентрация метана, очистной забой, длина лавы, метанообильность, выработанное пространство.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-9-0-230-235

Исследование аэродинамических процессов в периоды деформирования и обрушения основной кровли отрабатываемых пластов Воркутского месторождения является весьма актуальной задачей на сегодняшний день. Остро стоят вопросы, связанные с описанием воздействия подработки продуктивного пласта «Тройной» защитным пластом «Четвертый» и влияние этой подработки на первоначальный шаг обрушения основной кровли. Известно, что обрушение основной кровли негативно влияют на газовую обстановку выемочного участка вследствие поршневого эффекта выталкивания метановоздушной смеси в выработки выемочного участка, образуются простои в очистных забоях, снижается безопасность ведения горных работ [1]. Оценка шагов обрушения основной кровли по рабочим пластам и исследование аэродинамических процессов при их обрушениях помогут исключить взрывы метановоздушной смеси при первичном обрушении и в режиме установившегося движения [2].

Актуальность данной работы заключается в исследовании эффекта поршне-

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 9. С. 230–235.
© В.В. Ярошенко, М.С. Кислицын. 2017.

Шахта	Пласт	Авария	Подработка	Способ подготовки В.У.	Количество погибших
ш. Северная	Мощный	16.07.2011, горный удар	есть	парными штреками	2
ш. Воркутинская	Тройной	11.02.2013, взрыв метанопылевоздушной смеси	горные работы в зоне ПГД	бесцеликовая	19
ш. Северная	Мощный	26.02.2016, взрыв метанопылевоздушной смеси	есть	парными штреками	36

вого выталкивания газа из выработанного пространства в очистную выработку вследствие обрушения основной кровли. Некорректно рассчитанные шаги обрушения и не использование профилактических мероприятий по принудительной посадке основной кровли могут повлечь за собой воздушные удары, задавливание очистного комплекса и ряд других негативных последствий.

Анализ аварий на шахтах АО «Воркутауголь» за последние 5 лет показал, что технологические схемы используемые при отработке пластов «Тройной» и «Мощный» после подработки защитными пластами «Четвертый» и «Пятый» не дают необходимого эффекта. Опережающая отработка защитного пласта «Четвертого» и «Пятого» не обеспечивает безопасные условия отработки продуктивных пластов. Об этом говорят аварии, представленные в таблице.

На примере лавы № 1022-ю шахты «Воркутинская» АО «Воркутауголь», отрабатывающей пласт «Тройной» в подработанной зоне, были исследованы состояние выемочного участка, проанализировано газовыделение в периоды осадки основной кровли, произведено сравнение расчетного и фактического шага обрушения и их влияние на состояние ведения горных работ.

Длина выемочного участка № 1022-ю составляет 1066 м, длина лавы 315 м, мощность пласта 2,7—2,75 м, природная метанообильность 27 м^3/т. Данная лава является самой длинной на шахте «Воркутинская». Максимальная нагрузка на очистной забой по газовому фактору составляет 5300 т/сут, техни-

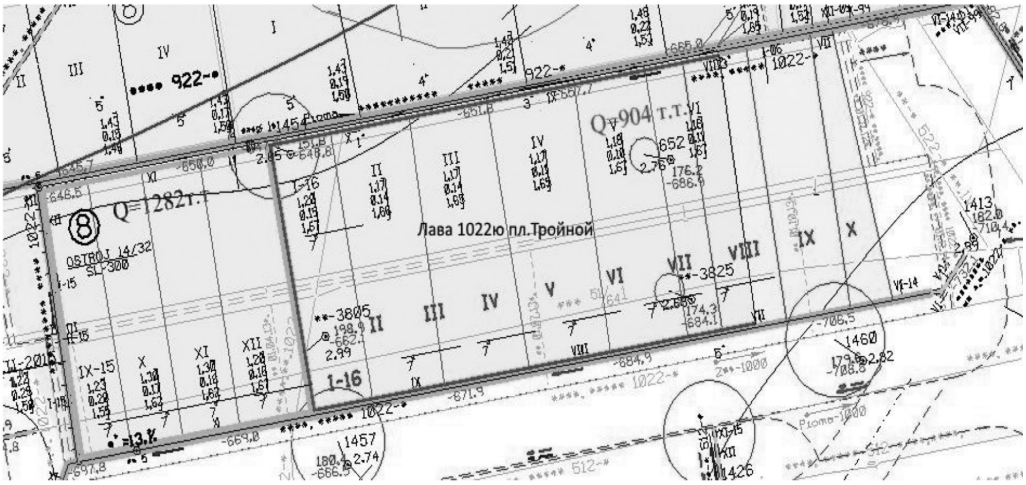

Рис. 1. Выкопировка из плана горных работ

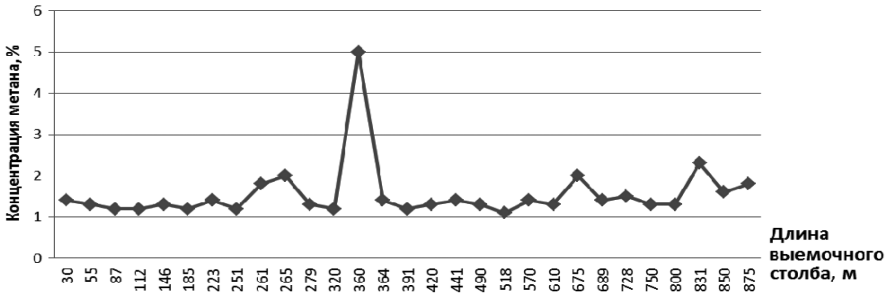

Рис. 2. Всплески концентрации метана на исходящей струе из лавы

чески допустимая нагрузка составляет 7000 т/сут, суточное подвигание забоя 3,2—3,5 м [9].

Был проведен анализ данных системы автоматического газового контроля на выемочном участке. Используя данные датчиков установленных на исходящей струе из лавы была построена зависимость всплесков концентрации метана от подвигания лавы по всей длине выемочного столба.

График всплесков концентрации метана на исходящей струе из лавы в зависимости от длины выемочного столба представлен на рис. 2.

Согласно акту шахты «Воркутинская» первое обрушение основной кровли произошло при отходе лавы от монтажной камеры на 30 м, дальнейшего учета за поведением установившего шага обрушения не велось. Расчетный шаг обрушения основной кровли составляет 50—60 м, расчетный вторичный шаг обрушения 8—20 м. Сравнивая фактические и расчетные значения видно, что данные не совпадают и имеют большую погрешность, что говорит о несовершенстве используемых методик для расчета шагов обрушения основной кровли.

По графику можно выделить участки длиной 25—50 м, где наблюдаются четкие продолжительные всплески концентрации метана на исходящей струе из лавы. Возможно, предположить, что именно при таких длинах пролетов происходили обрушения основной кровли в режиме установившегося движения, который отличается от расчетного в 1,3—2 раза. Все эти всплески концентрации метана сопровождались простоями, связанными с отключением напряжения и проветриванием очистной выработки. Простои колеблются в диапазоне от 5—20 мин.

На рис. 3 показана принципиальная схема зависания пород основной кровли. В условиях лавы 1022-ю шахты Воркутинская, где непосредственную и основную кровлю слагают: аргилит мощностью 6,5 м и алевролит мощностью 10 м, зависание консоли влечет за собой образование зазора между обрушенной непосредственной и основной кровлями.

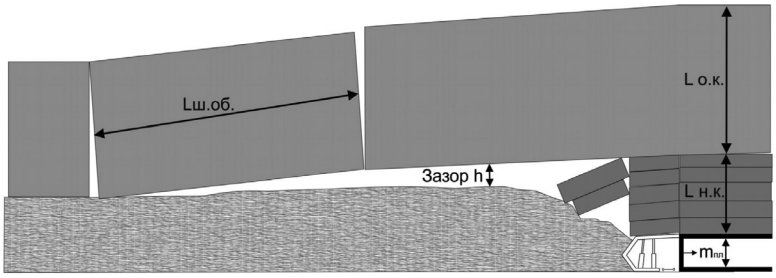

Рис. 3. Схема зависания пород основной кровли

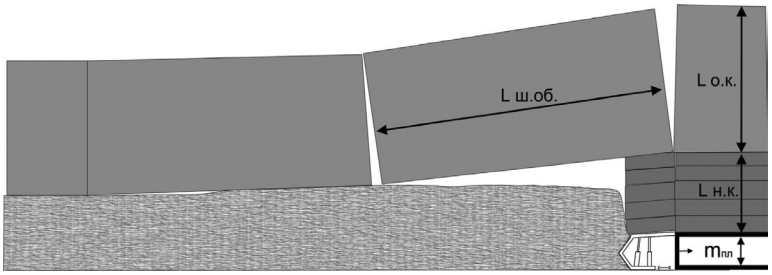

Рис. 4. Схема обрушения пород основной кровли

Зазор *h* высотой 1,8–2,1 м образуется вследствие выемки угольного пласта и обрушения непосредственной кровли с коэффициентом разрыхления для аргилита равным 1,1. При усредненных математических расчетах для условий данного выемочного столба объем образовавшегося свободного пространства может составлять порядка 7000 м^3. Возможно предположить, что массивные блоки основной кровли при обрушении вызывают загазованность выемочного участка вследствие поршневого эффекта выталкивания метановоздушной смеси из выработанного пространства в очистную выработку.

Как показывает практика, основными факторами, характеризующими процесс прохождения ударной волны из выработанного пространства в очистную выработку являются: геометрические параметры обрушения, мощность и податливость обрушенных пород непосредственной кровли, аэродинамические характеристики выработанного пространства и выемочного комплекса в лаве, количество прилегающих к выработанному пространству выработок [8].

Процесс выталкивания метановоздушной смеси из выработанного пространства весьма сложный и требует математического моделирования для получения наиболее качественных и достоверных данных о распределении метана из образовавшегося свободного пространства в очистную выработку и скорость его выталкивания [7].

Если обратить внимание на изменение нагрузки на очистной забой по длине выемочного столба, график будет иметь следующий вид (рис. 5).

Несмотря на то, что нагрузка на очистной забой часто находилась ниже уровня суточного плана добычной участок № 8 шахты «Воркутинская», который осуществлял добычу угля по пласту «Тройной» в лаве № 1022-ю, смог досрочно выполнить годовой план. Возможно, предположить, что в большинстве случаев снижение нагрузки на очистной за-

Рис. 5. Изменение нагрузки на очистной забой по длине выемочного столба лавы 1022-ю

бой ниже плановых значений связано с загазованностью очистной выработки вследствие посадки основной кровли.

Нормативные документы и рекомендации, согласно которым работают на шахтах «Воркутауголь» весьма устарели. Разработанные в 80-е годы прошлого столетия рекомендации положительно себя проявили при работе выемочных участков на менее глубоких горизонтах, с менее производительной техникой и с меньшей интенсивностью ведения горных работ, но по мере увеличения глубины ведения горных работ, внедрения высокопроизводительных механизированных комплексов и увеличения нагрузок на очистные забои действующие рекомендации стали нуждаться в корректировке.

Данный анализ говорит о том, что применяемые «Рекомендации по определению параметров шага первичного обрушения основной и непосредственной кровли в очистных забоях на шахтах ОАО «Воркутауголь» 2001 г. устарели, требуют пересмотра и внесения необходимых коррективов.

За прошедшие десятилетия нагрузки на очистной забой и глубины ведения горных работ значительно выросли, а компании продолжают работать по устаревшим инструкциям. Именно это и является причиной того, что расчетный и фактический шаги обрушения отличаются на шахтах Воркуты некоторых случаях в 2 раза.

Анализ паспортов выемочных участков показал, что расчет шагов обрушения кровли осуществляется по усредненным показателям. Значительная изменчивость литологического состава и физико-механических свойств в пределах выемочных участков шахты «Воркутинская» требует выделения различных зон по длине выемочного участка при расчете шагов обрушения основной кровли.

Проведенный анализ не дает достоверной информации о том, что именно выталкивание МВС смеси из выработанного пространства является основной причиной загазованности очистной выработки. В производственных условиях уследить за этим процессом невозможно и небезопасно, поэтому данная гипотеза нуждается в проведении дополнительных исследований в виде физического и математического моделирования [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баклашов И. В.* Механика горных пород. — М.: Недра, 1975. — 279 с.

2. *Борисов А. А.* Механика горных пород и массивов. — М.: Недра, 1980. — С. 108—115.

3. *Викторов С. Д., Иофис М. А., Гончаров С. А.* Сдвижение и разрушение горных пород. — М.: Наука, 2005. — 280 с.

4. *Муллер Р. А.* Определение мульды сдвижения и скоростей деформации земной поверхности при движущемся забое / Сдвижение горных пород. Труды ВНИМИ. Сборник № 98. — Л.: ВНИМИ, 1973. — С. 13—27.

5. *Мустафин М. Г.* Влияние скорости подвигания очистного забоя на динамику разрушения пород кровли угольного пласта // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2008. — № 1. — С. 17—22.

6. *Лобков Н. И.* Исследование влияния скорости подвигания на работу очистного забоя / Материалы научно-практической конференции «Наука — жизнь — производство». — Красноармейск, 2001. — С. 28—30.

7. *Смирняков В. В.* Выбор и оценка критериев подобия при моделировании аэрогазодинамических процессов при обрушении основной кровли // Записки горного института. — 2014. — Т. 207. — С. 147—150.

8. *Смирняков В. В.* Аналитическая оценка аэродинамических параметров обрушения основной кровли // Записки горного института. — 2014. — Т. 207. — С. 151—154.

9. *Техническая* документация АО «Воркутауголь». ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ярошенко Валерий Валерьевич[1] — аспирант, e-mail: v92ya@mail.ru,
Кислицын Максим Сергеевич[1] — аспирант, e-mail: kuslusinmak@ya.ru,
[1] Санкт-Петербургский горный университет.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 9, pp. 230–235.

UDC 622.411

V.V. Yaroshenko, M.S. Kislitsyn

ESTIMATION OF INFLUENCE OF MAIN ROOF CAVING ON DYNAMIC EVENTS IN STOPES IN TROINOI BED OF VORKUTA DEPOSIT

For example, face No. 1022 working on the seam «Troynoy» the mine «Vorkutinskaya» JSC «Vorkutacoal» were discussed issues collapse of main roof on aerodynamic processes. Were compared the actual and calculated steps of the collapse of the main roof in the initial landing, the analysis of the piston effect ejection of the methane air mixture from a goaf into the adjacent courses during the periods of the collapse of the main roof. Presented of the hovering rocks of the main roof in goaf and mechanism of formation of the gap between the caved rocks of the direct roof and hover the console of the main roof. Analysis of the data showed about the shortcomings of the currently used recommendations in the mines of JSC «Vorkutacoal». The analysis of sensor data (AGC) , and the dependences of methane concentration on the length of extraction panel and change the capacity on the face along the length of extraction panel. Noted that the calculated and actual indicators of the collapse of the main roof is different in 2 times. Analysis of passports of working panels have shown that the computation steps of roof collapse is carried out on the averages, which in turn affects the quality of the calculations. Significant variability of lithological composition and physical and mechanical properties within the excavation panels of the mine «Vorkutinskaya» requires allocation of different zones along the length of the extraction panel in the calculation steps of the collapse of the main roof.

Key words: main roof, working panel, step of the collapse, methane concentration, face, face length, methane emission, goaf.

DOI: 10.25018/0236-1493-2017-9-0-230-235

AUTHORS

Yaroshenko V.V.[1], Graduate Student, e-mail: v92ya@mail.ru,
Kislitsyn M.S.[1], Graduate Student, e-mail: kuslusinmak@ya.ru,
[1] Saint Petersburg Mining University, 199106, Saint-Petersburg, Russia.

REFERENCES

1. Baklashov I.V. *Mekhanika gornykh porod* (Mechanics of rocks and rock masses), Moscow, Nedra, 1975, 279 p.
2. Borisov A.A. *Mekhanika gornykh porod i massivov* (Mechanics of rocks and rock masses), Moscow, Nedra, 1980, pp. 108—115.
3. Viktorov S.D., Iofis M.A., Goncharov S.A. *Sdvizhenie i razrushenie gornykh porod* (Movement and failure of rocks), Moscow, Nauka, 2005, 280 p.
4. Muller R.A. *Sdvizhenie gornykh porod. Trudy VNIMI*. t. 98 (Movement of rocks. VNIMI Transactions, vol. 98), Leningrad, VNIMI, 1973, pp. 13—27.
5. Mustafin M.G. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2008, no 1, pp. 17—22.
6. Lobkov N.I. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Nauka zhizn' proizvodstvo»* (Science, Life and Production: Scientific–Practical Conference Proceedings), Krasnoarmeysk, 2001, pp. 28—30.
7. Smirnyakov V.V. *Zapiski gornogo instituta*. 2014, vol. 207, pp. 147—150.
8. Smirnyakov V.V. *Zapiski gornogo instituta*. 2014, vol. 207, pp. 151—154.
9. *Tekhnicheskaya dokumentatsiya AO «Vorkutaugol'»* (Vorkutaugol JSC paperwork).