

И.Л. Харитонов, А.В. Ремезов

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ПОДВИГАНИИ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА РАНЕЕ ПРОЙДЕННЫЕ ВЫРАБОТКИ

Основной целью исследования является установление закономерностей формирования опорного давления при подвигании очистного забоя на ранее пройденные (передовые) выработки. Для достижения поставленной цели были решены следующие основные задачи: установлена закономерность проявления горного давления при подходе очистного забоя к передовым выработкам, выполнен анализ факторов, определяющих формирование опорного давления в зонах геомеханического влияния очистных и передовых выработок, разработан алгоритм расчета параметров опорного давления и рекомендации по ведению горных работ при подвигании очистного забоя на ранее пройденные выработки.

Ключевые слова: опорное давление, смещение пород, деформации крепи, зона повышенного горного давления (ЗПГД).

В современных экономических условиях увеличение подземной угледобычи обеспечивается за счет роста производительности комплексно-механизированных очистных забоев. В 2012 г. угледобывающие предприятия Угольной компании «СУЭК-Кузбасс» обеспечивали добычу более 31,0 млн т угля. Из основных технических показателей работы комплексно-механизированных забоев (КМЗ) на шахтах Кузбасса следует, что за период 2000–2012 гг. количество КМЗ уменьшилось в 2 раза, при этом среднемесячная нагрузка увеличилась в 3 раза, а производительность труда рабочего – в 2 раза.

Увеличение интенсивности ведения горных работ в значительной мере способствует усложнению геомеханических условий и усилению проявлений горного давления, приводящим к потере устойчивости подготовительных выработок. Из перечисленных причин опасных деформаций крепи 92% происходят под влиянием очистных работ, из них 16,7% приходится на

пучение пород почвы, 24% – на надработку выработок. Углубление горных работ сопровождается значительным ростом снижения устойчивости выработок. Так, на глубине расположения до 200 м опасно деформирует примерно 7,3% всех выработок, на глубине от 200 до 400 – 19,4%, на глубине от 400 до 600 м – 25%.

Основными причинами опорного давления являются обрушение пород кровли над выработанным пространством и суммарное воздействие изгибающих сил зависающих консолей пород непосредственной и основной кровель угольного пласта. Опорное давление проявляется в широких диапазонах в зависимости от структуры породного массива, геометрических параметров выработанного пространства, при этом его максимальный уровень может превышать первоначальное геостатическое давление до 20 раз.

Отрицательное влияние горного давления при ведении очистных работ проявляется в виде вывалообразования, увеличения давления на крепь и отжима угля. В настоящее время существует множество концепций и гипотез формирования напряжений во вмещающих горных породах осадочного происхождения при проведении и эксплуатации различных выработок, наиболее распространенными из них являются следующие: концепция сплошной среды; концепция пластичной среды; концепция упруго-пластичной среды; концепция наследственной ползучести.

Интенсивность проявлений горного давления зависит от комплекса горно-геологических и горно-технологических факторов, причем при наложении зон опорного давления очистных работ и попадающих в зону геомеханического влияния передовых выработок эпюра напряжений может приобретать волнообразный характер.

Продолжительность перемонтажей при переходе механизированного комплекса из одного выемочного участка на другой составляет до 50–60 дней, что сопряжено с простоем очистной бригады и потерями добычи угля от 400 до 800 тыс. т и более.

Определяющее значение на сокращение сроков перемонтажа оказывает способ подготовки очистного забоя к демонтажу за счет предварительного проведения демонтажной камеры (ДК): формирование ДК в очистном забое по мере продвижения комплекса; заблаговременное формирование ДК с помощью проходческой техники; комбинированный способ, который подразумевает заблаговременную подготовку демонтажного ходка на ширину 3–4 м и формирование перекрытия над секциями крепи.

ДЕМОНТАЖНАЯ КАМЕРА № 1362

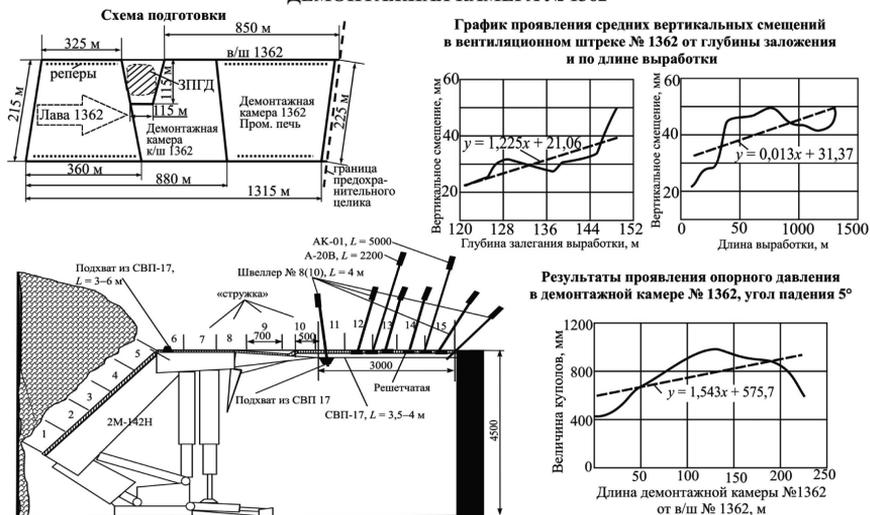


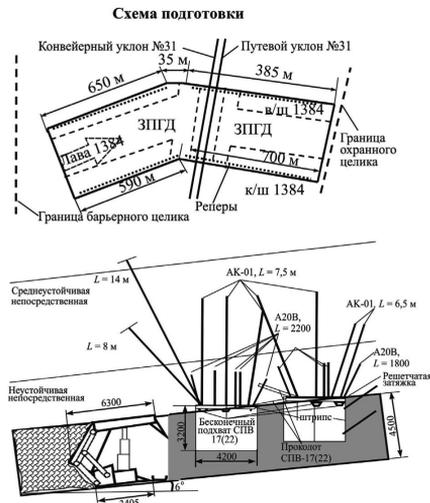
Рис. 1. Исследование проявлений опорного давления при подходе очистного забоя к демонтажной камере № 1362

Значительный опыт подготовки ДК накоплен на шахте имени «7 Ноября» ОАО «СУЭК-Кузбасс». Для исследования выбраны шесть ДК, подготавливаемые в разное время на шахтах по пласту Байкаимскому при отработке выемочных столбов.

Анализ экспериментальных графиков по опытным участкам демонтажных камер № 1362, № 1390, № 1325 и № 1324 (рис. 1) показал, что при приближении очистного забоя к демонтажной камере имеет место тенденция к увеличению вертикальных смещений кровли и почвы в диапазоне 20–80 мм с увеличением глубины и уменьшением расстояния до передней выработки, в первом приближении эта зависимость аппроксимируется линейной функцией. Наибольшая высота куполов вывалов в кровле демонтажных камер, достигающая 2,6 м, приурочена к их центральной части.

Наблюдениями установлено, что при пересечении очистным забоем промежуточных конвейерного и путевого уклонов на опытных участках демонтажных камер № 1384, № 1382 наблюдается периодический процесс увеличения высоты куполообразования до 2–3 м по мере увеличения горного давления, приводящего к обрушению кровли. При этом высота вывалов изменяется пропорционально величине эксплуатационной зольности

ДЕМОНТАЖНАЯ КАМЕРА № 1384



**Подвижение очистного забоя № 1384
во времени и пространстве**

Вентиляционный штрек № 1384		Конвейерный штрек № 1384	
время, квартал	подвижение за квартал, м/квартал	время, квартал	подвижение за квартал, м/квартал
II	260	Кв-л	265
III	400	III кв-л	350
IV	455	IV кв-л	365
I	100	I	95
	85	II	75
Суммарное продвижение, м	1300	Суммарное продвижение, м	1150

График динамики зольности в % (а) и высоты вывалов в м (б) в лаве № 1384 по длине штреков

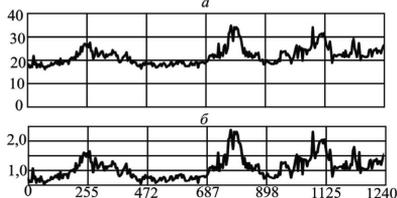


Рис. 2. Исследование проявлений опорного давления при пересечении очистным забоем № 1384 промежуточных конвейерного и путевого уклонов

в диапазоне 15–50%, что указывает на зависимость процессов куполообразования от прочности и трещиноватости пород кровли (рис. 2).

Расчетные значения горизонтальных напряжений в диапазоне 195–276 МПа по двум лавам линейно взаимосвязаны с максимальными значениями изгибающего момента консольной зависающей плиты и напряжениями на контуре защемления.

Анализ результатов натурных исследований сдвижения, смещения, деформаций и обрушаемости пород кровли показал что динамика формирования зоны опорного давления при зависании и последующем обрушении пород кровли зависит от естественно-геологических (структура кровли, физико-механические свойства угля и вмещающих пород, глубина залегания и мощность угольных пластов) и производственно-технических условий (ширина призабойного пространства, механическая характеристика крепей, способ управления кровлей):

- свод обрушения образуется только в первый период работы лав, при отходе их от разрезной печи до 100 м, далее начинается плавный прогиб всей толщи пород с блочными осадками при II классе кровель всего или части массива по трещинам, идущим под углом 45–80° к горизонту и направленным от забоя к выработанному пространству;

- характерной особенностью прочных и хрупких породных слоев каменноугольных месторождений является их псевдопластический прогиб, вызванный микросмещениями слоев по плоскостям природных трещин, не нарушающим сплошности среды в массиве впереди угольного забоя и над призабойным пространством лав;

- расслоение породных слоев непосредственной кровли в зоне призабойного пространства лав возможно только при нарастании жесткости породных слоев снизу вверх и недостаточной жесткости системы «крепь – боковые породы»;

- в пределах призабойного пространства лав наблюдается крайне неравномерное распределение величин смещения кровли и нагрузок пород на крепь как во времени, так и в пространстве, вызываемое последовательностью проведения производственных процессов, неравномерностью отслаивания, прогиба и перемещения отдельных слоев и неоднородных механических характеристик системы «крепь – боковые породы».

При взаимном геомеханическом влиянии очистного забоя и ранее пройденных передовых (фланговых) выработок происходит наложение зон опорного давления с образованием волнообразной эпюры. Величину изгибающего момента зависящей консольной плиты следует оценивать по моменту равнодейству-

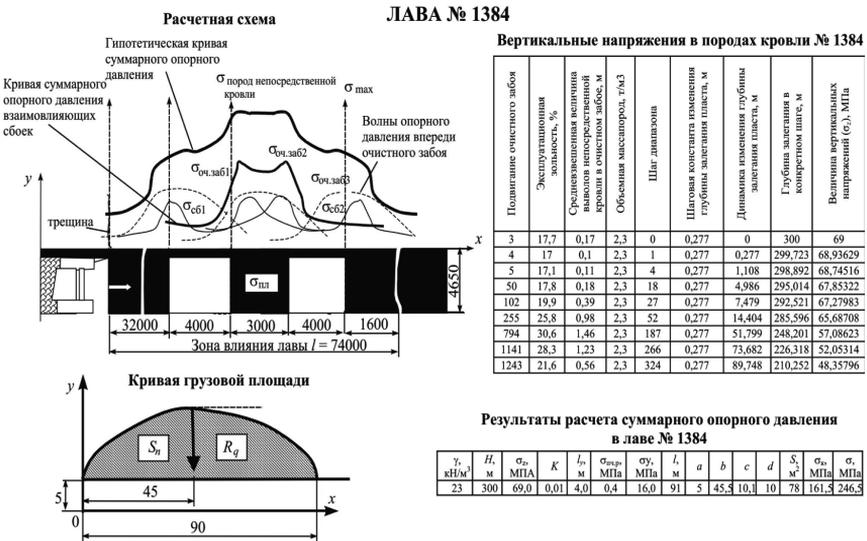


Рис. 3. Результирующая кривая грузовой площади над заранее пройденной демонстрационной камерой № 1384

ющей неравномерно распределенной нагрузки в пределах грузовой площади. Уравнение границы грузовой площадки может быть аппроксимировано параболической зависимостью (рис. 3).

На основании обобщения результатов экспериментально-аналитических исследований разработаны алгоритм расчета параметров опорного давления и рекомендации по ведению горных работ при подвигании очистного забоя на ранее пройденные выработки.

Алгоритм расчета суммарного опорного давления в зоне взаимного геомеханического влияния очистного забоя и уклонов (демонтажных камер) включает суммирование давлений пород покрывающей толщи, свода над крепью уклона (камеры) и зависающей консоли пород кровли.

Полученные расчеты позволяют сделать вывод о том, что алгоритм расчета опорного давления в зоне взаимного геомеханического влияния очистного забоя и ранее пройденных выработок включает суммирование давлений пород покрывающей толщи, свода над крепью выработки и дополнительного давления зависающей консоли пород кровли, оцениваемого по моменту равнодействующей сил тяжести пород кровли в пределах границы грузовой площади, описываемой параболической зависимостью, составляющего до 65,5% от суммарного.

Практическое использование разработанной методики расчета опорного давления и определения его параметров в сложных зонах, позволяет решать следующие задачи подземной геотехнологии: определение запаса прочностных параметров очистного комплекса; определение запаса прочностных параметров крепления выработок; определение технологических и организационных параметров ведения очистных работ.

По результатам проведенных экспериментальных и теоретических исследований при подготовке демонтажных камер рекомендуется при составлении паспортов выемочных участков по управлению горным давлением в сложных местах учитывать следующее:

- при заблаговременной подготовке ДК в кровле пласта заранее пройденной выработки происходит расслоение пород непосредственной и основной кровли с образованием значительного горного давления; для определения шага обрушения кровли и нагрузки на перекрытие секций механизированной крепи необходимо оснащать все приобретаемые мехкомплексы автоматизированной системой контроля воздействия горного давления на перекрытия секций крепи;

• формирование демонтажных камер в результате доработки очистного забоя является наиболее благоприятным вариантом подготовки, при этом рекомендуется применение анкерного крепления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ремезов А. В., Костинец И. К., Харитонов В. Г. и др. Горное давление. Его проявления при ведении горных работ в массиве горных пород. — Кемерово, 2013. — 681 с.
2. Черняк И. Л., Бурчаков Ю. И. Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт. — М.: Недра, 1984. — 304 с.
3. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов. — М.: Недра, 1980. — 360 с.
4. Петухов И. М., Линьков А. М., Сидоров В. С. и др. Теория защитных пластов. — М.: Недра, 1976. — 224 с.
5. Фисенко Г. Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок. — М.: Недра, 1976. — 272 с.
6. Вопросы теории горного давления. Сб. переводов под ред. Гордещкого и А. А. Борисова. — М.: Госгортехиздат, 1961. — 299 с.
7. Егоров П. В., Штумпф Г. Г., Ренев А. А. и др. Геомеханика. — Кемерово, 2002. — 339 с.
8. Якоби О. Практика управления горным давлением. Пер. с нем. — М.: Недра, 1987. — 566 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Харитонов Игорь Леонидович — заместитель технического директора — начальник технического управления, ОАО «СУЭК-Кузбасс»,
Ремезов Анатолий Владимирович — доктор технических наук, профессор, Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева (КузГТУ).

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 4, pp. 292–299.

UDC 622.33

I.L. Kharitonov, A.V. Remezov

RESEARCH OF THE BASIC PRESSURE ON THE PREVIOUSLY PASSED DEVELOPMENT FOR SHALLOW COAL SEAM

The main purpose of the study is to establish the laws of formation of the reference pressure podviganiya stope to a previously passed (advanced) development. To achieve this goal have been resolved following tasks: the regularity of rock pressure at the approach of a lava to the advanced generation, the analysis of the factors determining the formation of the refer-

ence pressure in the areas of geomechanical influence of treatment and advanced developments, the algorithm for calculating the parameters of the reference pressure and recommendations on the management podviganiya mining operations at the working face to the previously passed development.

Key words: basic pressure, displacement of rocks , deformation of the lining, the area increased rock pressure (AIRP).

AUTHORS

Kharitonov I.L., Deputy Technical Director – Head of Technical Department, SUEK-Kuzbass JSC, 652501, Leninsk-Kuznetskiy, Russia,

Remezov A.V., Doctor of Technical Sciences, Professor,

Kuzbass State Technical University named after T. Gorbachev, 650000, Kemerovo, Russia.

REFERENCES

1. Remezov A. V., Kostinets I. K., Kharitonov V. G. *Gornoe davlenie. Ego proyavleniya pri vedenii gornykh rabot v massive gornykh porod* (Rock pressure. Phenomena caused by rock pressure during mining), Kemerovo, 2013, 681 p.

2. Chernyak I. L., Burchakov Yu. I. *Upravlenie gornym davleniem v podgotovitel'nykh vyrabotkakh glubokikh shakht* (Ground control in development drives of deep mines), Moscow, Nedra, 1984, 304 p.

3. Borisov A. A. *Mekhanika gornykh porod i massivov* (Mechanics of rocks and rock masses), Moscow, Nedra, 1980, 360 p.

4. Petukhov I. M., Lin'kov A. M., Sidorov V. S. *Teoriya zashchitnykh plastov* (Theory of protective strata), Moscow, Nedra, 1976, 224 p.

5. Fisenko G. L. *Predel'nye sostoyaniya gornykh porod vokrug vyrabotok* (Limit states of rocks surrounding excavations), Moscow, Nedra, 1976, 272 p.

6. *Voprosy teorii gornogo davleniya*. Sbornik perevodov pod red. Gorodetskogo, A. A. Borisova (Issues of theory of rock pressure. Collection of translations. Gorodetskiy, Borisov A. A. (Eds.)), Moscow, Gosgortekhzdat, 1961, 299 p.

7. Egorov P. V., Shtumpf G. G., Renev A. A. *Geomekhanika* (Geomechanics), Kemerovo, 2002, 339 p.

8. Yakobi O. *Praktika upravleniya gornym davleniem*. Per. s nem. (Practice of ground control. German–Russian translation), Moscow, Nedra, 1987, 566 p.



Гости «Недели горняка-2016»