

УДК 622:273.25-274.3



В.В. СЕМЕНЦОВ

канд. техн. наук, заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru



М.С. ДОБРОВОЛЬСКИЙ

старший научный сотрудник лаборатории
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: m.dobrovolsky@nc-vostnii.ru



Е.В. НИФАНОВ

научный сотрудник лаборатории
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: e.nifanov@nc-vostnii.ru



М.П. ШАБАЛИН

старший научный сотрудник лаборатории
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: maxim_shabalin1975@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ КОРОТКИХ ЗАБОЕВ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ, СКЛОННЫХ К ДИНАМИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ

В статье рассмотрены отличительные особенности системы коротких забоев от камерно-столбовых систем по их геомеханическим и геометрическим параметрам, рассмотрена возможность применения системы коротких забоев на пластах, склонных к динамическим явлениям. Приведен вариант технологической схемы коротких забоев при отработке мощного опасного по динамическим явлениям угольного пласта, с послойной выемкой угля из камер наклонными съездами и применением неудароопасных целиков. Определены основные конструктивные элементы системы коротких забоев. Приведены расчетные положения по определению предельного пролета обрушения основной кровли. Описывается применение системы коротких забоев при отработке мощного опасного по динамическим явлениям угольного пласта в условиях шахты «Распадская-Кокосовая» в рамках исследовательских испытаний.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ КОРОТКИМИ ЗАБОЯМИ, УДАРООПАСНЫЕ УГОЛЬНЫЕ ПЛАСТЫ, ПРЕДЕЛЬНЫЙ ПРОЛЕТ ОБРУШЕНИЯ КРОВЛИ

Основными задачами стабильного функционирования угледобывающих предприятий в условиях глобального рынка угля являются повышение эффективности добычи и обеспе-

чение высокого уровня безопасности. Одно из направлений повышения эффективности показателей работы угольных шахт – это повышение уровня извлечения запасов и максимальное вовлечение в отработку участков, которые не могут быть отработаны длиннозабойными технологиями (системами длинных столбов с обрушением кровли (ДСО) и др.). Для эффективной работы данных технологий необходимы выдержанные участки по простиранию с достаточно простыми горно-геологическими условиями. Таких запасов в границах горных отводов шахт обычно не более 80% от общего их объема, а во многих случаях не превышает 60% [1]. Остальные запасы считаются экономически непригодными к отработке высокопроизводительными лавами с применением систем ДСО, так как нагрузка на очистные забои резко падает и растет количество перемонтажей. Эти запасы сосредоточены на участках пласта с ограниченными размерами (400–600 м), имеют сложную конфигурацию, расположены в зоне влияния геологических нарушений или между ними [2].

Эффективную отработку данных участков возможно осуществлять системами коротких забоев, к которым относятся системы разработки парными штреками, камерами-лавами, полосами (тупиковая лава), короткими лавами. Как частный случай общей технологической системы отработки запасов угля короткими забоями выступают камерные и камерно-столбовые системы разработки. В общем виде это выемка угля небольшими камерами, отделёнными друг от друга целиками. Назначение целиков – поддержание кровли на весь период отработки запасов в блоках. Они являются несущими, должны быть устойчивы и обеспечивать безопасность при ведении горных работ.

Однако применение камерной и камерно-столбовой систем разработок запрещено на удароопасных пластах в соответствии с «Инструкцией...» [3]. В свою очередь в Кузнецком угольном бассейне большинство угольных пластов относится к угрожаемым по горным ударам начиная с глубины 150 м, и по этой причине большое количество шахтного фон-

да практически выведено из хозяйственного оборота.

Данный запрет связан с тем, что применение указанных схем на удароопасных пластах является опасным из-за оставления большого количества несущих целиков, в которых возможна концентрация напряжений, что впоследствии может привести к динамическим явлениям, а также невозможности контролировать состояние этих целиков в выработанном пространстве.

В «Инструкции...» [3] нет запрета на применение системы коротких забоев, которая имеет принципиальное отличие от камерных и камерно-столбовых систем по геомеханическим параметрам и способам управления кровлей. При использовании камерно-столбовых систем управление кровлей осуществляется с помощью внутриблоковых целиков, которые несут нагрузку от непосредственной и основной кровель. У систем коротких забоев основная нагрузка от пород основной кровли приходится на массив и на охранные целики, оставленные у конвейерного и вентиляционного штреков. Это связано с тем, что отработка блоков осуществляется в пределах первого пролета обрушения основной кровли, а внутриблоковые целики поддерживают непосредственную кровлю и не являются несущими. То есть при отношении длины очистного забоя (a) к предельному пролету кровли (b) в пределах $a/b < 2,5$ обрушения основной кровли не будет. В этом случае при указанном соотношении a/b с податливыми внутриблоковыми целиками шириной $B = m+1$ (где m – мощность пласта), потенциальными объектами динамических проявлений являются угольный массив и целики, оставленные у конвейерного и вентиляционного штреков, а внутриблоковые целики не накапливают напряжений и не являются объектами удароопасности [1].

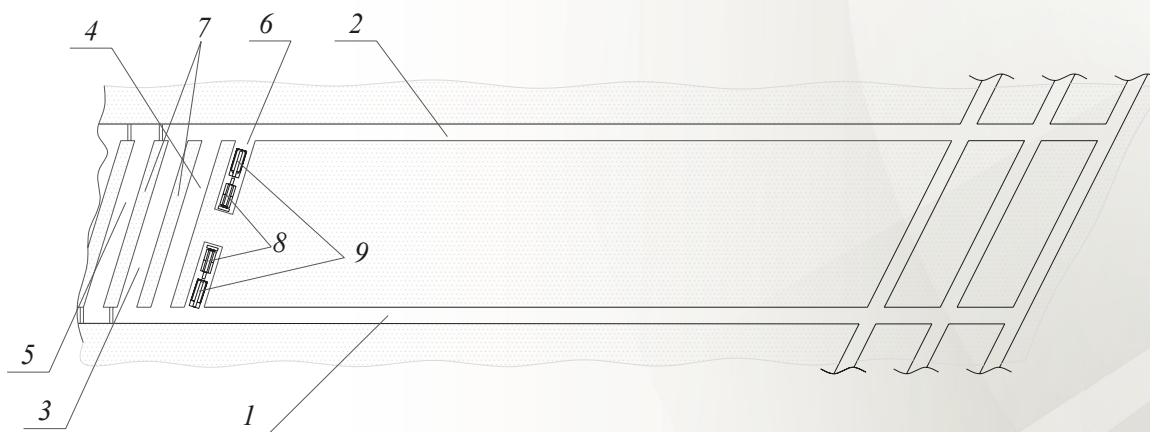
В то же время, при разработке рудных месторождений «Инструкцией по безопасному ведению горных работ рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам» РД-06-329-99 разрешается использование камерных и камерно-

столбовых систем разработок, при условии применения специальных мероприятий по приведению разрабатываемого участка рудного массива в неудароопасное состояние.

Следует отметить, что научные основы теории горных ударов формировались в 70-90-х годах прошлого столетия и не претерпели значительных изменений до настоящего времени. Данная теория, описанная в работе И.М. Петухова [4], в основном находит подтверждение на практике и работает при исследовании технологических схем с устойчи-

выми неразрушающимися целиками, которые несут функцию безопасности.

Один из вариантов технологической схемы коротких забоев при отработке мощных пологих пластов ниже границы угрожаемости по горным ударам, который в настоящее время проходит испытания на шахте «Распадская – Коксовая», заключается в следующем: из ранее пройденных выработок (бресберга, уклона, откаточного штрека и т.п.) у кровли пласта проходятся конвейерный (1), вентиляционный (2) штреки и разрезные печи (рисунок 1).



1 – конвейерный штрек; 2 – вентиляционный штрек; 3 – выемочная камера; 4 – поддерживаемая камера; 5 – отработанная камера; 6 – камера в «проходке» (подготавливаемая); 7 – междуканнерный целик; 8 – комбайн; 9 – самоходный вагон

Рисунок 1 – Схема подготовки и отработки системой коротких забоев

Подготовка блока к отработке начинается с того что с конвейерного штрека (1) в сторону вентиляционного штрека (2) при помощи комбайна (8) проводятся камеры № 1 и № 2 с креплением кровли и боков анкерами.

Для подготовки последующих камер с вентиляционного штрека в сторону конвейерного штрека при помощи комбайна проходят камеру с креплением кровли и боков анкерами (6). При необходимости данную камеру проводят встречными забоями с конвейерного (1) и вентиляционного (2) штреков при помощи комбайнов (8).

Ширина выемочной камеры принимается по устойчивому пролету (см. ниже). Выемочные камеры друг от друга отделяются внутриблоковыми целиками (7).

Длина выемочных камер определяется

размерами участка по падению пласта и зависит от его конфигурации, а также от направления проведения камер относительно оконтуривающих выработок.

После проведения выемочных камер № 1 и № 2 в камере № 1 приступают к выемке угля. В зависимости от мощности и применяемого оборудования выемка угля из камеры может осуществляться в один или два слоя для мощных пластов ($m = 3,5 - 4,5$ (5 м)) и в три и более слоев для весьма мощных угольных пластов (m до 10–11 м).

Поскольку данная схема применима к отработке весьма мощного угольного пласта (мощностью до 10–11 м), выемка на полную мощность осуществляется наклонными съездами в три этапа путем подрубки почвы камер (рисунок 2).

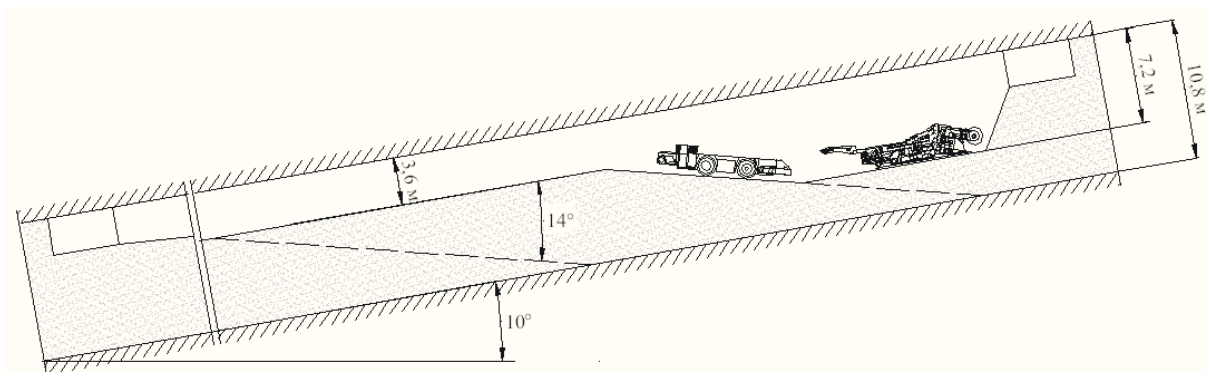


Рисунок 2 – Технологическая схема выемки весьма мощного пласта в камере наклонными съездами в 3 этапа

На следующих этапах производят углубку выемочной камеры с креплением боков анкерной крепью. И так далее производят углубку камеры до почвы пласта, при необходимости производя дополнительные съезды. При отработке нижних слоев камеры, особенно на мощных пластах, следует уделять большое внимание безопасности горных работ.

Таким образом, основными параметрами данной технологической схемы отработки угольного пласта системой коротких забоев являются: длина и ширина выемочной камеры, ширина внутриблоковых целиков, параметры крепи выемочных и оконтуривающих выработок. Основным параметром при конфигурации обрабатываемых блоков является пролет обрушения основной кровли.

Ожидаемый пролет обрушения основной кровли можно оценить как [5]:

$$L = A \cdot \sqrt{\frac{R_p \cdot h}{\gamma}} \quad (1)$$

где R_p – предел прочности пород при растяжении, тс/м²; h – мощность нижнего слоя основной кровли, м; γ – объёмный вес пород, т/м³; A – коэффициент, характеризующий степень закрепления кровли на опорах и степень деформации пород.

Ширина выемочных участков при применении систем коротких забоев должна находиться в пределах ожидаемого пролета обрушения основной кровли с коэффициентом запаса, находящимся в пределах 0,7–0,8.

Ширина камеры при данной технологической схеме принимается с таким расчетом,

чтобы обеспечить возможность маневрирования комбайна.

Ширина камеры уточняется по допустимой площади устойчивых обнажений кровли. Определение устойчивых пролетов камер можно оценить как [5]:

$$l = \sqrt{\frac{2h_o \cdot R_p \cdot \left(1 - \frac{\gamma \cdot H}{R_{сж}}\right)}{(1 + k_n) \cdot \gamma}} \quad (2)$$

где l – устойчивый пролет кровли камеры, м; h_o – мощность нижнего слоя кровли, м; γ – средний объёмный вес пород подработанной толщи; H – глубина разработки, м; $R_{сж}$ – прочность пород нижнего слоя кровли на сжатие; R_p – прочность пород нижнего слоя кровли на растяжение; k_n – коэффициент пригрузки нижнего слоя кровли; γ_o – объёмный вес пород нижнего слоя кровли.

В качестве крепи кровли камер рекомендуется сталеполимерная анкерная крепь, которая должна устанавливаться под шайбы с элементом податливости и перетяжкой кровли металлической решетчатой затяжкой.

Следует отметить, что применение систем разработки короткими забоями на мощных угольных пластах, склонных к динамическим явлениям, возможно только при постоянном проведении прогностно–профилактических мероприятий по горным ударам и внезапным выбросам угля и газа.

С сентября 2014 г. на шахте «Распадская–Коксовая» проводятся исследовательские испытания системы разработки короткими забоями. В связи с этим были подробно из-

учены условия ведения горных работ. Была разработана методика и программа [6] исследовательских испытаний для отработки экспериментальных блоков 1–1 и 1–2 пласта III Поле № 2 и согласована в Ростехнадзоре, в которой определены технологическая схема для данных условий, основные элементы и параметры отработки.

По результатам промышленной проверки планируется разработать временное руководство по безопасной отработке запасов пласта III, склонного к динамическим явлениям, системой разработки коротким забоями в условиях шахты «Распадская–Коксовая» Ольжерасского каменноугольного месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковлев Д.В., Баскаков В.П., Розенбаум М.А. и др. К вопросу отработки удароопасных угольных пластов короткими забоями // Уголь. – 2015. – № 7. – С. 11–14.
2. Баскаков В.П., Розенбаум М.А., Семенов В.В., Добровольский М.С. Отработка мощных угольных пластов, опасных по газодинамическим явлениям, системой коротких забоев // Уголь. – 2015. – № 11. – С. 17–20.
3. РД 05-328-99. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам. – Сер. 05. – Вып. 02. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2000.
4. Петухов И.М. Защитные пласты. – М.: Недра, 1972. – 414 с.
5. Методическое пособие по определению основных параметров систем разработки с короткими забоями для пологих пластов Кузбасса. – Л.: ВНИМИ, 1965. – 84 с.
6. Методика и программа исследовательских (опытно-промышленных) испытаний системы отработки угольных пластов короткими забоями (КСО), в условиях пл. III поле шахты № 2 Ольжерасского каменноугольного месторождения ЗАО «Распадская – Коксовая». – Междуреченск, 2015. – 86 с.

V.V. Sementsov

Candidate of Technical Sciences, laboratory head
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: v.sementsov@nc-vostnii.ru

E.V. Nifanov

Scientific worker
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: e.nifanov@nc-vostnii.ru

M.S. Dobrovolsky

Senior scientific worker
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: m.dobrovolsky@nc-vostnii.ru

M.P. Shabalin

Senior scientific worker
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: maxim_shabalin1975@mail.ru

APPLICATION OF THE SHORTWALL FACE SYSTEM WHEN DEVELOPING COAL SEAMS PRONE TO DYNAMIC PHENOMENA

The article describes the features of the system short faces of room and pillar systems on their geomechanical and geometrical parameters, consider using the system short faces in seams prone to rock bursts and sudden outbursts of coal and gas. The variant flowsheet short faces when thick seam mining unsafe gas-dynamic, with the layer of coal extraction from the camera is tilted congresses and application safe pillars. Also, the basic elements of the short faces. The main parameter in the configuration is being handled, blocks passage of the main roof caving. Calculated expressions to determine the ultimate collapse of the main span of the roof. In conclusion, briefly describes the use of the short faces when developing thick seam unsafe gas-dynamic in the mine «Raspadskaya-Koksovaya» in research trials.

Key words: TECHNOLOGICAL PLANE, SYSTEM DEVELOPMENT OF SHORT WORKING FACES, COAL SEAM LIABLE TO ROCK-BUMPS, LIMITING THE SPAN OF ROOF COLLAPSE

REFERENCES

1. Yakovlev D.V., Baskakov V.P., Rozenbaum M.A. i dr. K voprosu otrabotki udaroopasnyh ugolnyh plastov korotkimi zaboyami (On Shortwall Mining of Bump Hazardous Coal Beds) // Ugol. – 2015. – № 7. – pp. 11–14.
2. Baskakov V.P., Rozenbaum M.A., Sementsov V.V., Dobrovolskij M.S. Otrabotka moshchnykh ugolnykh plastov, opasnykh po gazodinamicheskim yavleniyam, sistemoy korotkih zaboev (Thick seam mining unsafe gas-

dynamic, system short working faces) // Ugol. – 2015. – № 11. – pp. 17–20.

3. RD 05-328-99. Instruktsiya po bezopasnomu vedeniyu gornyh rabot na shahtah, razrabatyvayushchih ugolnye plasty, sklonnyye k gornym udaram (Instruction on Safe conducting mountain works on pits developing the coal deposits prone to rock bumps). Vol. 05. Iss. 02. Moscow.: ZAO NTTS PB, 2000.

4. Petuhov I.M. Zashchitnye plasty (Protective seams). Moscow: Nedra, 1972. 414 p.

5. Metodicheskoe posobie po opredeleniyu osnovnyh parametrov sistem razrabotki s korotkimi zaboyami dlya pologih plastov Kuzbassa (Guidance manual for main parameters of the system short working faces for flat seams in Kuzbass). L.: VNIMI, 1965. 84 p.

6. Metodika i programma issledovatel'skih (opytno-promyshlennyh) ispytaniy sistemy otrabotki ugolnyh plastov korotkimi zaboyami (KSO), v usloviyah pl. III pole shahty № 2 Olzherasskogo kamennougolnogo mestorozhdeniya ZAO «Raspadskaya – Koksovaya» (Methods and the program of investigation tests of the system short working faces in conditionals of the seam III coal mine № 2 Olzherassk coal field ZAO «Raspadskaya – Koksovaya»). Mezhdurechensk, 2015. 86 p.