

службами депрессионных съёмок ВГСЧ совместно с участками ВТБ, не менее трёх раз за время отработки лавы (при нахождении лавы в 100÷200 м от монтажной камеры, в середине выемочного столба и в 100÷200 м от демонтажной камеры).

Эффективность работы газоотсасывающей системы рекомендуется определять по следующим показателям:

- **эффективность работы ГОВУ по газовому фактору** - определяется как отношение абсолютной метанообильности выемочного участка при неработающей ГОВУ к абсолютной метанообильности выемочного участка при работающей ГОВУ;

- **эффективность работы ГОВУ по воздуху.** Определяется как отношение количества воздуха отсасываемого с выемочного участка к производительности ГОВУ;

- **эффективность совместной работы ГОВУ и общешахтной депрессии** - определяется как отношение количества воздуха подаваемого на

выемочный участок при остановленной ГОВУ к количеству воздуха, поступающему на выемочный участок при работающей ГОВУ;

- **эффективность работы ГОВУ на расход отводимой метановоздушной смеси от очистного забоя** - определяется как отношение количества утечек воздуха из лавы при остановленной ГОВУ к количеству утечек воздуха из лавы при работающей ГОВУ. Данный показатель позволяет оценить влияние общешахтной депрессии на утечки воздуха из лавы в выработанное пространство.

При правильном инженерном подходе и рациональном выборе расчётных параметров, а также выполнении мероприятий, заложенных в проектах, может быть достигнута высокая эффективность метода изолированного отвода метана из выработанного пространства и тем самым обеспечена безопасность работ при выемке угля на пластиах со сложной газовой динамикой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стекольщиков Г.Г., Субботин А.И., Храмцов В.И. Способ комбинированного проветривания выемочных участков и полей с применением газоотсасывающих вентиляторов // Безопасность труда в промышленности, 2004.- № 2.- С. 2-5.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / Минуглепром ССР: Утверждено 15.08.89.- Макеевка-Донбасс, 1989.- 320 с.

□ Авторы статьи:

Брабандер
Сергей Петрович
- канд. техн. наук, доц., зав. каф.
высшей математики Кемеровского
государственного университета

Костеренко
Виктор Николаевич
- главный горняк Центрального
штаба ВГСЧ угольной
промышленности

Палеев
Дмитрий Юрьевич
- докт. техн. наук, вед. научн. сотр.
Института угля и углехимии
СО РАН

УДК 622.268.2

Е.В. Игнатов

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАЦИОНАЛЬНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСЦЕЛИКОВОЙ ОТРАБОТКИ ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ ПРИ ВОСХОДЯЩЕМ ПОРЯДКЕ

При проведении шахтных исследований в подготовительных выработках, расположенных на границе «массив – обрушенные породы», неоднократно отмечался ряд особенностей, связанных с расположением выработанного пространства со стороны восстания пласта (т.е. при нисходящем порядке отработки выемочных столбов) или со стороны падения (при восходящем).

1. При нисходящем порядке (при углах падения пласта 5–10°) наблюдались значительные

сдвижения обрушенных пород в выработку, что приводило к деформации рам крепи, проскальзыванию стоек крепи по почве со стороны выработанного пространства, резкому уменьшению сечения выработки и потере работоспособности крепи на отдельных участках. Эти смещения достигали 300–400 мм. При восходящем порядке этих явлений не отмечалось.

2. При расположении выработанного пространства со стороны восстания при углах падения свыше 5° всегда на-

бллюдалось сдвижение пород кровли вдоль оси выработки в пределах от 20 до 70 мм. Этот факт имел место на пластах: Журинском ш.у. «Кольчугинское» (лавы 109, 111), № 5 ш. «Чертинская» (лава 97), Андреевском ш.у. «Физкультурник» и др. При расположении обрушенных пород со стороны падения пласта продольных смещений в выработках не отмечалось. Для доказательства влияния небольших углов падения пласта на сдвижение обрушенных пород в выработках, распо-

ложенных на границе «массив – выработанное пространство», были проведены наблюдения на одном из участков вентиляционного штрука № 9 ш.у. «Физкультурник» (пройденного вприсечку), имеющем уклон вдоль оси 6°. За время наблюдения (6 месяцев) смещения пород со стороны выработанного пространства вдоль оси выработки составили: по кровле пласта 180–200 мм, а по почве 30–40 мм, в результате чего стойки и верхняки со стороны выработанного пространства оказались развернутыми относительно стоек у массива угля. Таким образом, эксперимент показал, что небольшие углы падения пласта оказывают существенное влияние на направления смещений и состояние выработок в данных условиях.

3. Расположение выработанного пространства значительно влияет и на проявление пучения пород почвы. Так, на пласте 10 шахты «Пионерка» в вентиляционном штруке 1038, пройденном «вприсечку», пучение почвы достигало 250–400 мм (выработанное пространство со стороны восстания), а на сохраняемом участке вентиляционного штрука 1028 оно не отмечалось (выработанное пространство со стороны падения). Соответственно, на пласте Инском-1 шахты «Кузнецкая» на сохраняемом участке конвейерного штрука 28 пучение достигало 100–150 мм, а в вентиляционном штруке 28 (на сохраняемом участке) отсутствовало. При нисходящем порядке отра-

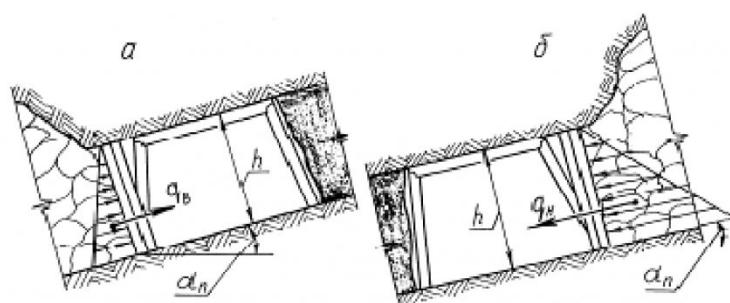


Рис. 1. Схемы к расчету боковой нагрузки на крепь сохраняемой подготовительной выработки: а – восходящий, б – нисходящий

ботки на шахте «Чертинская» в вентиляционном штруке лавы 95 и в вентиляционном штруке 12 пласта Тонкого шахты «Анжерская». в выработках, пройденных «вприсечку», наблюдалась необычная призматическая форма разрушения крепких пород почвы ($\sigma_{ck} = 100$ МПа), напоминающая известную форму разрушения этих пород в образцах.

Особенно контрастно проявляется влияние расположения выработанного пространства при наличии в месторождении (или на его участке) водоносных слоев пород или притоков воды через выработанное пространство с поверхности. В этом случае, при нисходящем порядке в выработках наблюдались значительные скопления, связанные с гипсометрией пласта, сток воды по очистному забою и выработкам. При восходящем порядке эти явления отсутствовали.

Итак, расположение выработанного пространства со стороны падения пласта позволяет избежать вышеупомянутых

осложнений.

Для получения количественной оценки влияния порядка отработки подэтажей на состояние сохраняемой выработки рассмотрим схемы (рис. 1, 3).

Из их анализа видно, что основное геомеханическое различие восходящего и нисходящего порядков выемочных столбов по бесцеликовой технологии с сохранением выработок заключается:

- в расположении выработанного пространства, а, следовательно, величин боковых нагрузок со стороны обрушенных пород на крепь сохраняемой выработки;

- в силах давления пород, нависающих над сохраняемой выработкой, которые связаны с разницей глубин расположения этих выработок, при условии равенства глубины разработки по центру очистного забоя.

Произведем количественную оценку влияния расположения выработанного пространства на боковую нагрузку на крепь сохраняемой выработки (рис. 1).

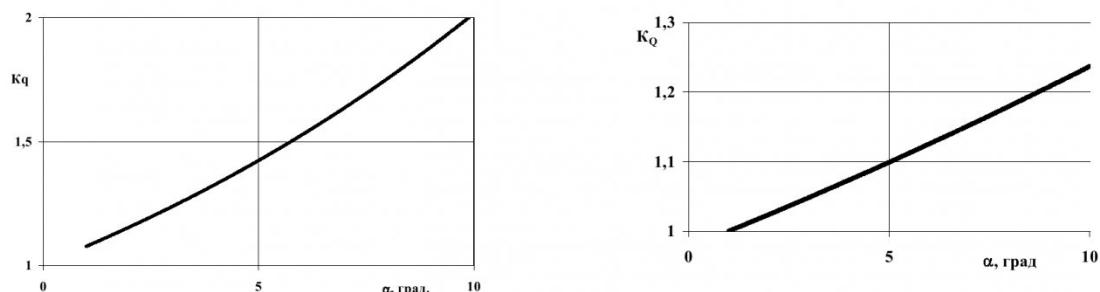


Рис.2. Графики влияния угла падения пласта на величины коэффициентов: а – K_q ; б – K_Q

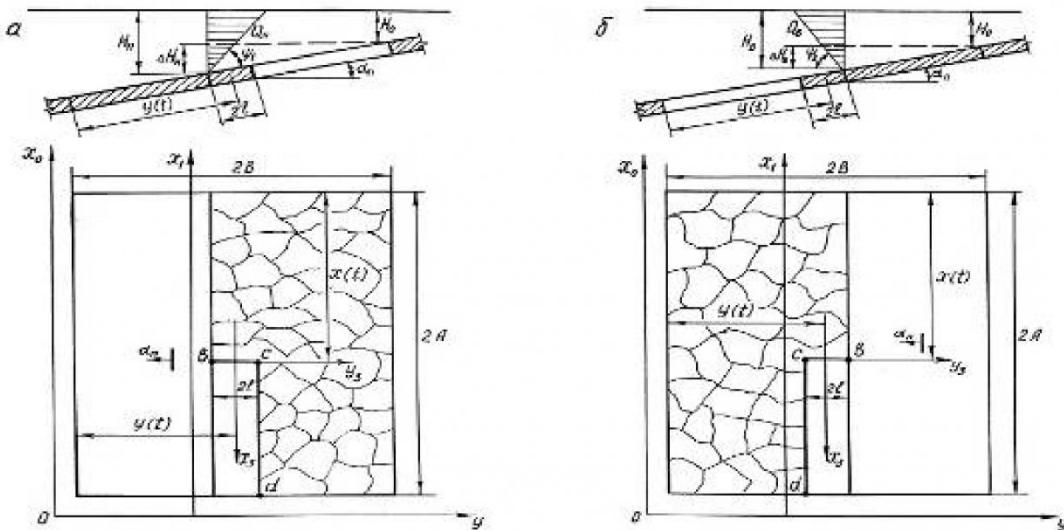


Рис. 3. Расчетные схемы к выбору порядка отработки выемочных столбов:
а – нисходящий, б – восходящий

Боковая нагрузка на крепь от разрушенных пород при нисходящем и восходящем порядке определяется по известной формуле:

$$q_{n.b.} = \frac{\gamma H^2}{2} \left[\tan\left(45 - \frac{\phi + \alpha_n}{2}\right) \pm \tan\alpha_n \right]^2 \cos\alpha_n,$$

где γ – объемный вес пород; H – глубина горных работ; α_n – угол падения пласта; ϕ – угол естественного откоса обрушенных пород.

Для оценки влияния порядка отработки выемочных столбов на боковую нагрузку введем коэффициент:

$$K_q = \frac{q_h}{q_b}.$$

На рис.2,а представлен график влияния угла падения пласта на величину коэффициента, из которого видно, что при $\alpha_n = 5^\circ$, $K_q = 1,42$, а при 10° – $K_q = 2,0$, т.е. боковая нагрузка на крепь сохраняемой выработки при восходящем порядке отработки выемочных столбов в 2 раза меньше.

Произведем количественную оценку сил давления горных пород кровли, нависающих над сохраняемой выработкой при нисходящем и восходящем порядке (рис. 3), по известным формулам:

$$Q_h = \gamma H_h^2 \cos\phi_1 / 2 \sin(\phi_1 + \alpha_n);$$

$$Q_e = \gamma H_e^2 \cos\phi_3 / 2 \sin\phi_3,$$

где H_h , H_e , H_s – глубина расположения сохраняемой выработки, соответственно, при нисходящем, восходящем (при $\alpha_n \neq 0$) и при горизонтальном залегании пласта; ψ_3 – угол полного обрушения, град.; α_n – угол падения пласта, град.; γ – средневзвешенный объемный вес пород.

Углы полного обрушения, определяются по формулам:

$$\phi_1 = 50 - 0,25\alpha_n,$$

$$\phi_2 = 50 + 0,38\alpha_n.$$

Глубину расположения сохраняемой выработки определяем по формулам:

$$H_h = H_0 + \Delta H_h,$$

$$H_e = H_0 + \Delta H_e,$$

$$H_s = H_0 + \Delta H_s,$$

где ΔH_h , ΔH_e , ΔH_s – приращение глубины расположения выработки при нисходящем (восходящем) порядке выемки подэтажей при $\alpha_n \neq 0$ от горизонтального залегания пласта; H_0 – глубина расположения вентиляционного горизонта выемочного поля.

Приращение глубины расположения сохраняемых выработок можно получить по следующим зависимостям:

$$\Delta H_h = (2B - y^h) \sin\alpha_n;$$

$$\Delta H_e = (2B - y^e) \sin\alpha_n;$$

$$\Delta H_s = (2B - y^s) \sin\alpha_n,$$

где $2B$ – размер выемочного поля по падению; y^h , y^e – координаты сохраняемой выработки при нисходящем и восходящем порядке отработки; y^s – координата центра (середины) очистного забоя длиной $2l$.

$$y^h = y(t) - l; y^e = y(t) + l;$$

$$y^s = y(t).$$

Произведя расчет по предложенному алгоритму, можно определить разницу сил давления нависающих горных пород в сравниваемых вариантах:

$$\Delta Q_h = Q_e - Q_h;$$

$$\Delta Q_e = Q_e - Q_h$$

Величина $\Delta Q_{e,h}$ позволяет оценить количественно разницу величин горного давления в обоих случаях. Для получения безразмерной величины, позволяющей судить о влиянии порядка отработки, можно ввести следующий коэффициент:

$$K_Q = \Delta Q_{e,h} / Q_e.$$

Для сравнительной оценки влияния порядка отработки удобнее воспользоваться соотношением:

$$K_Q = Q_h / Q_e$$

На рис. 2, б представлен график влияния угла падения пласта на данный коэффициент. Как видим, при изменении угла падения пласта от 0 до 18° он

возрастает от 1 до 1,25.

Расчеты, по приведенным выше зависимостям, показывают, что величина сил давления при восходящем порядке на

глубине 200 м, угле падения 8° на 6400 т меньше (на 1 п/м сохраняемой выработки), чем при нисходящем.

□ Автор статьи:

Игнатов

Евгений Владимирович
- канд.техн.наук, с.н.с.,
доц. каф. геологии

УДК 622.272

С.С. Кулагин

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ ГОРНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВСКРЫТИЯ И ПОДГОТОВКИ БАРЗАССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЕЙ

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, в последнее время увеличивается число шахт, имеющих один очистной забой с нагрузкой 5-10 тыс. т. в сутки.

Это связано с совершенствованием техники, созданием надежных механизированных комплексов, позволяющих обеспечивать расчетный уровень добычи угля по шахте из одного действующего очистного забоя.

Изучение опыта работы некоторых шахт, в частности ш. «Котинская», шахтоучасток на

пласте Полясаевский-2 на разрезе «Моховский», а также учитывая зарубежный опыт таких угледобывающих комплексов как «Бейли» (США), «Бошесс-прейт» (ЮАР) и т.д., имеющих только один высокопроизводительный очистной забой, привели к созданию модульной горнотехнологической структуры для проектируемых шахт [2]. Общность основных решений шахт с одним очистным забоем позволило унифицировать их, создать модуль технологической структуры, названный «модульный шахтоучасток».

Применение модульной горнотехнологической структуры было бы наиболее предпочтительным вариантом разработки и для Барзасского месторождения сапропелитовых углей Кузбасса.

Барзасское месторождение расположено в северо-восточной части Кузнецкого бассейна. Запасы месторождения оцениваются в 31,5 млн.т.

Разведаны три шахтных поля с запасами по категории А+В+C1.

Второе шахтное поле представляет собой наибольший ин-

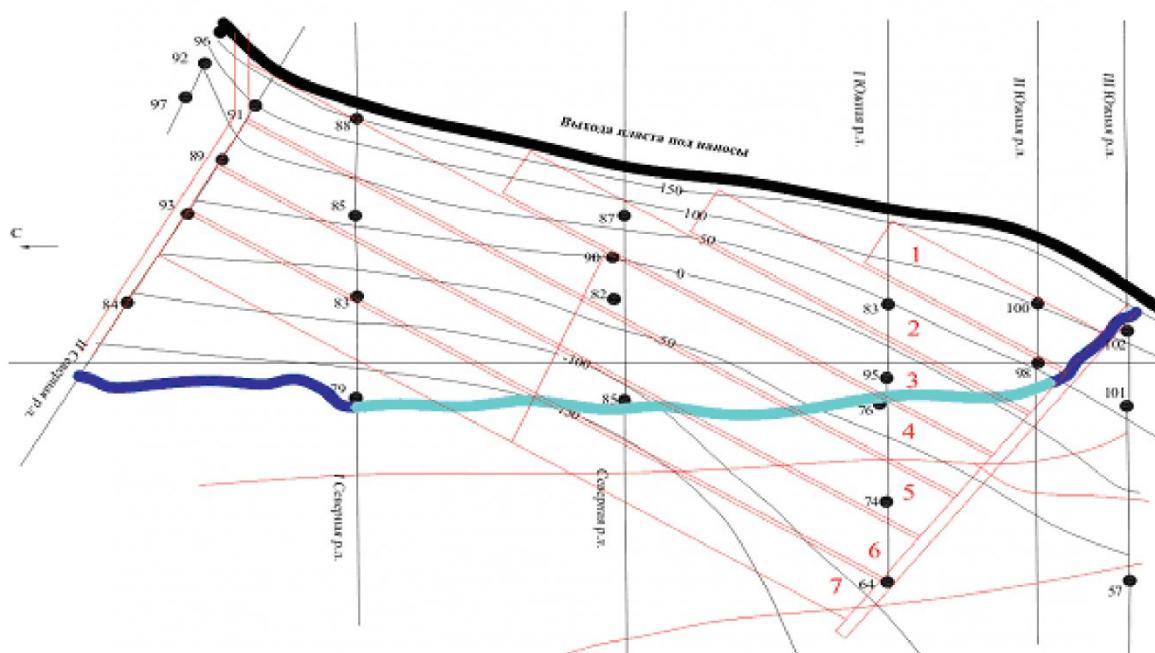


Рис. 1. Схема вскрытия и подготовки пласта Основного II шахтного поля Барзасского месторождения