

УДК 622.232.72.031.2

Соцков В.А., канд. техн. наук,
Малашкевич Д.С., аспирант,
Русских В.В., канд. техн. наук, доцент
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

**АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧАСТИЧНОЙ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО
ПРОСТРАНСТВА НА НДС УГЛЕВМЕЩАЮЩЕГО МАССИВА ПРИ
СЕЛЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКЕ ТОНКИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ**

Соцков В.О., канд. техн. наук,
Малашкевич Д.С., аспирант,
Руських В.В., канд. техн. наук, доцент
(Державний ВНЗ «НГУ»)

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЧАСТКОВОГО ЗАКЛАДАННЯ ВИРОБЛЕННОГО
ПРОСТОРУ НА НДС ВУГЛЕВМІСНОГО МАСИВУ ПРИ
СЕЛЕКТИВНОМУ ВІДПРАЦЮВАННІ ТОНКИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ**

Sotskov V.O., PhD. (Tech.),
Malashkevych D.S., Post-graduate,
Russkikh V.V., PhD. (Tech.), Associate Professor
(State HEI «NMU»)

**ANALYSIS OF INFLUENCE OF PARTIAL GOAF BACKFILLING ON THE
SSS OF THE COAL-BEARING MASSIF DURING SELECTIVE MINING
TECHNOLOGY OF THIN COAL SEAMS**

Аннотация. В статье представлено техническое решение по отработке тонких угольных пластов с частичной закладкой выработанного пространства. Обоснована геомеханическая модель поведения угле вмещающей толщи. Представлена методика проведения вычислительного эксперимента по исследованию процессов сдвижения угле вмещающего массива в зоне влияния очистных работ. Построены эпюры распределения компонент напряжений (горизонтальных, вертикальных и интенсивности напряжений) горного давления в области фронтального опорного давления и области выработанного пространства для традиционной технологии (при управлении кровлей полным обрушением) и при селективной технологии с частичной закладкой. Исходя из проведенных исследований напряженно-деформированного состояния угле вмещающей толщи сделан общий вывод о преимуществе технологии селективной выемки с частичной закладкой с точки зрения геомеханики поведения массива.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, частичная закладка выработанного пространства, селективная технология.

Введение. Тенденции роста объемов попутно добываемых пород отчетливо прослеживаются на шахтах Западного Донбасса. Проведенные исследования [1] зольности горной массы по шахтам данного региона говорят о том, что за последние пять лет выход породы повысился на 2%, за десять – на 6%. В 2015 году зольность добываемого угля по отдельным предприятиям изменялась от

39,1 до 50,6 %, составляя в среднем 44,9 %. При этом общий объем добываемой породы из всех шахт рассматриваемого региона составил 4,2 млн. т за последний год.

Поэтому одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед угледобывающими предприятиями данного региона есть поиск решений, позволяющих использовать для механизации выемки существующее оборудование для раздельной выемки угля и породы с оставлением последней в шахте. При этом использовать попутно добываемую породу в качестве материала для возведения охранных конструкций в выработанном пространстве, для снижения негативного влияния горного давления и создания условий для бесперебойной и безопасной работы очистного комплекса.

Технология селективной отработки тонких угольных пластов. Селективная технология предназначена для повышения качества угля, добываемого в лавах с присечками боковых пород, за счет чего достигается снижение расходов на транспортирование и обогащение горной массы. Другим и немаловажным достоинством технологии по сравнению с традиционной – использование продуктов ухудшения добываемого угля – породы для заполнения выработанного пространства, что способствует повышению устойчивости боковых пород и уменьшению воздействия сил горного давления.

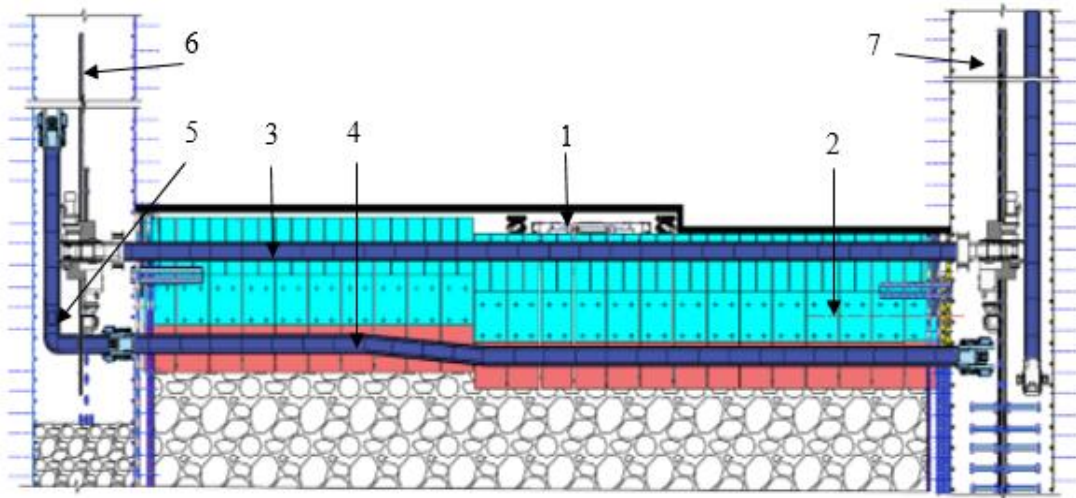
В работах [2,3] приводятся различные варианты технологических схем раздельной выемки угля и породы. Так, схема выемки может быть принята челноковой, при которой операции по выемке угля и породы совмещены во времени и односторонней при которой выемка одной полосы осуществляется за два прохода комбайна – по углю и породе. В зависимости от принятой схемы, отработка может осуществляться с присечкой пород почвы и кровли. Основным способом возведения закладочного массива является пневматический, который характеризуется высокой плотностью возводимого массива (усадка до 30%) и является наиболее энергоемким (на 1 м³ закладочного материала расходуется 100 – 200 м³ сжатого воздуха) [4].

По способам производства закладочных работ наиболее низкие эксплуатационные затраты в сравнении с пневмозакладкой имеет механическая закладка. Из этих соображений рассмотрим селективную технологию отработки тонких угольных пластов с механической закладкой выработанного пространства.

На рис. 1 представлена принципиальная технологическая схема при столбовой системе разработки с отработкой выемочного столба по восстанию, которая предусматривает выемку угольного пласта мощностью 0,55 – 0,8 м, последующую отбойку пород почвы мощностью 0,3 – 0,5 м и закладку последней в выработанное пространство механическим способом.

Принцип работы заключается в следующем. Вначале вынимается уголь очистным комбайном, затем, после скачивания угля на сборный штрек, приступают к выемке породного уступа в обратном направлении. Порода транспортируется лавным конвейером к бортовому штреку, далее поступает на перегружатель и закладочный конвейер. Для механизации закладочных работ используется скребковый конвейер, который устанавливается на специальной раме под углом

к плоскости почвы пласта.



1 – очистной комбайн; 2 – механизированная закладочная крепь; 3 – лавный конвейер; 4 – закладочный конвейер; 5 – угловой перегружатель; 6 – бортовой штрек; 7 – сборный штрек

Рисунок 1 – Технологическая схема селективной отработки пласта с частичной закладкой выработанного пространства

В данном случае выкладываемая породная полоса в выработанном пространстве формируется насыпкой, мощность которой лимитируется высотой установки закладочного конвейера (не менее 0,6 м от почвы пласта). Из этого следует, что между кровлей пласта и верхней поверхностью закладочного массива образуется пространство, которое заполняется обрушенными породами непосредственной кровли. Поэтому представляется важным установить особенности напряженно-деформированного состояния (НДС) углевмещающей толщи при селективной отработке тонкого угольного пласта с частичной закладкой выработанного пространства.

Цель данной работы – провести анализ влияния частичной закладки выработанного пространства на НДС углевмещающего массива при селективной технологии с частичной закладкой выработанного пространства.

Обоснование геомеханической модели поведения углевмещающей толщи. Для исследований выбрана 861 лава пласта C_8^H шахты «Западно-Донбасская».

Методический аспект проведенных исследований предусматривал построение двух моделей: при базовой технологии (с управлением кровли полным обрушением) и селективной технологии с частичной закладкой выработанного пространства. Эти модели отличаются друг от друга наличием закладочного массива с неполнотой заложения (40% от вынимаемой мощности пласта).

В соответствии с отработанной методикой выполнения вычислительного эксперимента по исследованию процессов сдвижения углевмещающего массива в зоне влияния очистных работ построена геомеханическая модель, включающая все необходимые и достаточные позиции для отражения состояния объек-

та:

– углевмещающий массив, который включает 14 породных слоев. Высота модели (по координате Y) составляет 45 м, ширина по простиранию – 100 м. Основные физико-механические свойства вмещающих пород по пласту С₈^н согласно горно-геологического прогноза представлены в табл. 1;

– зона беспорядочного обрушения со стороны выработанного пространства с параметрами, обоснованными в работах [5, 6, 10];

– зона шарнирно-блокового сдвижения над выработанным пространством мощностью по рекомендациям [6] и особенностями взаимодействия блоков согласно исследованиям [5, 6, 9];

– зона плавного прогиба слоев без нарушения сплошности [6 – 10] и моделирование нарушения контактов по поверхностям напластований смежных литологических разностей, обоснованного в работе [5].

Таблица 1 – Физико-механические свойства вмещающих пород по пласту С₈^н

№	Мощность, м	Описание пород	Коэф. крепости	σсж, МПа	σраст, МПа	Объемный вес, кг/м ³
Основная кровля						
1	0 – 0,72	Алевролит	2,7	26,8	2,2	2,33
2	0 – 0,6	Аргиллит	1,1	11,0	0,7	2,7
3	0 – 1,02	Угольный пласт	2,6	26,0	1,3	1,24
4	3,05 – 7,2	Алевролит	2,7	26,8	2,2	2,33
5	6,0 – 9,0	Песчаник	4	40,0	2,7	2,6
6	3,0 – 5,4	Алевролит	2,7	26,8	2,2	2,33
7	5,6 – 12,4	Аргиллит	1,1	11,0	0,7	2,7
Непосредственная кровля						
7'	1,5 – 2,0	Аргиллит	1,1	11,0	0,7	2,7
8	0,74 – 0,9	Угольный пласт	2,6	31	1,3	1,24
Непосредственная и основная почва						
9	0,95 – 2,2	Аргиллит	1,0	10,0	0,81	2,22
10	1,31 – 1,8	Песчаник	3,8	37,9	2,7	2,6
11	0,1 – 0,3	Уголь	-	-	-	-
12	2,4 – 15,0	Алевролит	2,7	26,8	2,2	2,33
13	11,6 – 14,3	Аргиллит	1,0	10,0	0,8	2,2

Закладочный массив представляет собой многофазную, полидисперсную и полиминеральную систему из разрушенных горных пород, сформированных под воздействием внешних и внутренних сил в выработанном пространстве. Противодействуя силам горного давления ее состав, структура и свойства изменяются во времени. Так, различают три стадии: формирования, упрочнения и условной стабилизации происходящих в закладочном массиве.

Поэтому для получения достоверных результатов исследований для каждой стадии закладочного массива использовались определенные физико-механические характеристики, которые были приняты на основании исследований [8]. Физико-механические свойства закладочного массива представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства закладочного массива

Жесткость	E, МПа	P, кг/м ³	Б _{сж} , МПа	Б _р , МПа	μ
Минимальная	20	2400	20	2	0,4
Максимальная	600				0,3

Построение модели выполнено в программе SolidWorks. Изображение геомеханической модели углевмещающей толщи представлено на рис. 2.

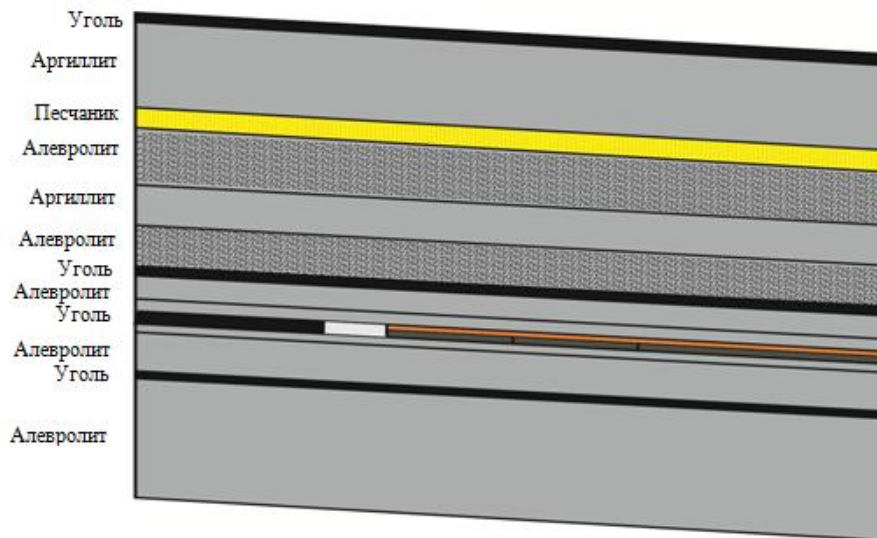


Рисунок 2 – Геомеханическая модель свдвижения углевмещающего массива вокруг 861 лавы

Расчет НДС выполнен в упруго-пластической постановке с представлением реальной диаграммы «напряжение – относительная деформация» каждой литологической разности в среде конечно-элементарного анализа ANSYS.

Анализ результатов эксперимента. Для наглядности сравнения эпюры компонент напряжений приведены на рисунках попарно при одном и том же сечении углевмещающего массива для существующей (или базовой) технологии и селективной выемке угля.

Сравнительный анализ начат с поля распределения вертикальных напряжений σ_y , эпюры которых приведены на рис. 3. При исследовании параметров аномалий горного давления за отправную точку влияния очистного забоя принято состояние нетронутого массива.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_y^H &= \gamma H; \\ \sigma_x^H &= \frac{\mu}{1-\mu} \gamma H, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где H – глубина размещения лавы; γ – средневзвешенный объемный вес пород надугольной толщи до земной поверхности; μ – коэффициент Пуассона горной породы.

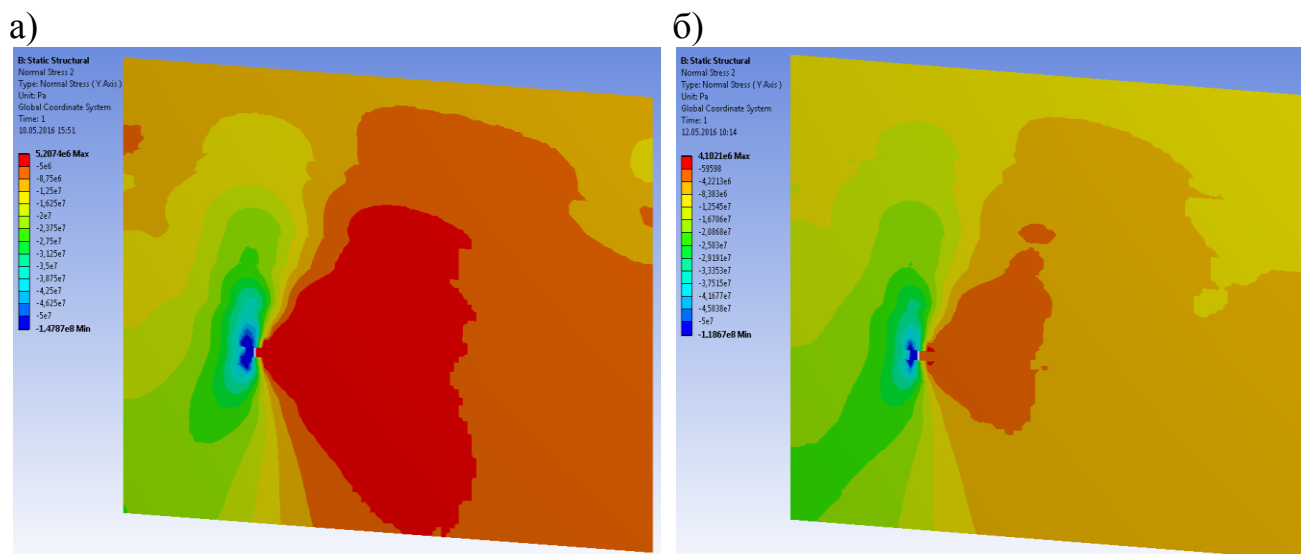


Рисунок 3 – Эпюры вертикальных напряжений σ_y в окрестности 861 лавы при базовой технологии (а) и селективной выемке угля (б)

В первую очередь рассмотрим параметры зоны фронтального опорного давления впереди очистного забоя. Наблюдаются следующие характерные области повышенного горного давления (ПГД).

Область наиболее низкой концентрации уровня $\frac{\sigma_y}{\gamma H} = 1,25 - 1,67$ распространяется в кровлю на высоту до 15,4 м при базовой технологии и до 20,8 м при селективной выемке угля, увеличение составило 35%.

Область с диапазоном концентраций вертикальных напряжений 2,09 – 2,50 на 23% меньше по высоте при селективной технологии. Очевидно, наличие опоры (хотя и податливой) в виде закладочного материала при опускании породных слоев кровли сдерживает их деформации изгиба в опорной зоне, – более высокие концентрации σ_y ограничены в своем распространении. Малые концентрации σ_y более распространены по той же причине: наличие опоры в выработанном пространстве сдерживает активное расслоение пород кровли и их обрушение, при которых концентрации σ_y не локализируются в районе плоскости очистного забоя, а распределяются более равномерно по увеличенной длине их изгиба по восстанию и повышенному распространению квазиупругих деформаций в кровлю пласта.

Эту особенность сдвижения надугольной толщи подтверждают следующие области концентраций σ_y . Ближе к угольному пласту C_8^H концентрации σ_y возрастают с увеличением разницы размеров их областей распределения в сторону позитивного влияния частичной закладки выработанного пространства:

- размеры области концентрации уровня 3,34 – 3,75 снижаются в 2,1 раза по высоте углевмещающей толщи;
- распространение концентраций величиной 4,17 – 4,58 уменьшается в 1,73 раза;

– коэффициент концентрации $\frac{\sigma_y}{\gamma H} \geq 5,0$ распределен по высоте углевмещающего массива, меньшей в 1,69 раз при селективной выемке угля.

Далее проведем сравнительный анализ особенностей распределения горизонтальных напряжений σ_x , эпюры которых приведены на рис. 4.

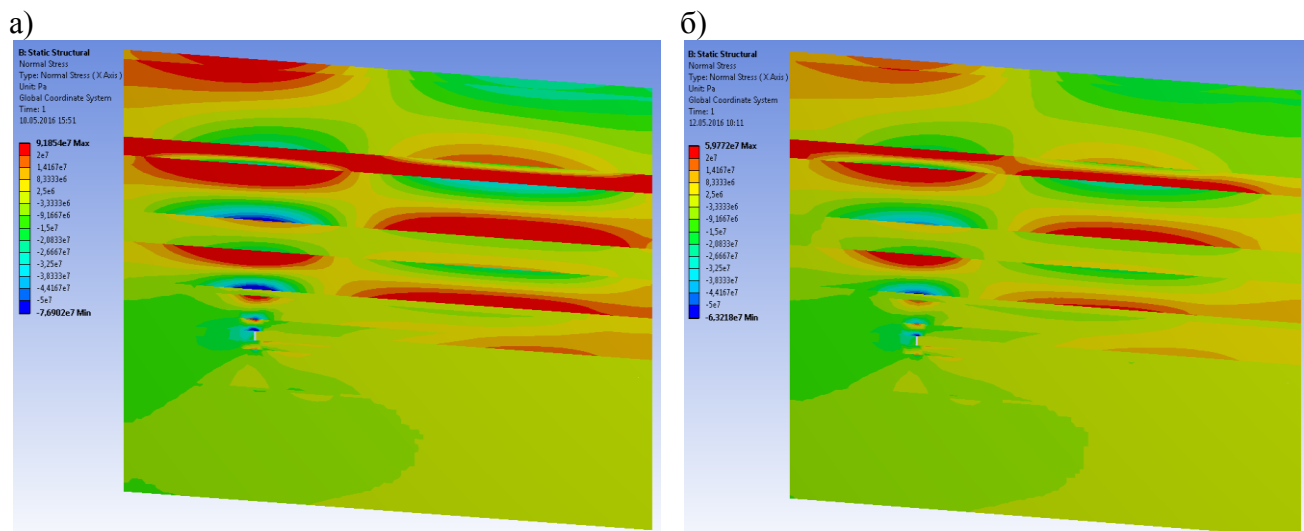


Рисунок 4 – Эпюры горизонтальных напряжений вокруг 861 лавы при базовой технологии (а) и селективной выемке угля (б)

Распределение горизонтальных напряжений σ_x наиболее полно характеризует изгиб породных слоев надугольной толщи при ее сдвигении в районе ведения очистных работ. Чисто визуально следует отметить пониженную интенсивность изгиба слоев при селективной выемке угольного пласта.

В области действия фронтального опорного давления и над лавой изгиб слоев кровли направлен в сторону почвы пласта с закономерным действием растягивающих σ_x в верхней части мощности каждого слоя и концентрацией сжимающих σ_x в их нижней части. Обращает внимание, что длина (по восстанию – падению) областей растяжения сокращается в основном диапазоне на 25 – 60% при применении селективной выемки; также происходит уменьшение размеров действия концентраций сжимающих σ_x в среднем на 40 – 75%. Абсолютные значения максимумов сжимающих σ_x снижаются на 35 – 80%, а растягивающих – до 2 раз.

С увеличением расстояния после прохода очистного забоя происходит изменение знака кривизны изгиба слоев, которое наблюдается на расстоянии 6 – 10 м для варианта селективной выемки и 8 – 12 м для базовой технологии ведения очистных работ. Превысив данные расстояния породные слои (чаще разделенные на блоки) ложатся на обрушенные породы и в этой зоне растягивающие и сжимающие σ_x меняются местами по мощности каждого слоя. Здесь также отмечается положительный эффект частичной закладки выработанного пространства: размер областей действия растяжения (по падению – восстанию) уменьшается на 40 – 70%, а сжатия – на 15 – 20%; абсолютные значения мак-

симумов напряжений сжатия и растяжения снижаются на 55 – 80%.

Обобщающим итогом сравнительного анализа служит рассмотрение эпюр интенсивности напряжений σ , представленных на рис. 5. Здесь, как и для других компонент напряжений, уже на стадии визуальной оценки можно утверждать о тенденции снижения напряженности массива при селективной выемке угля.

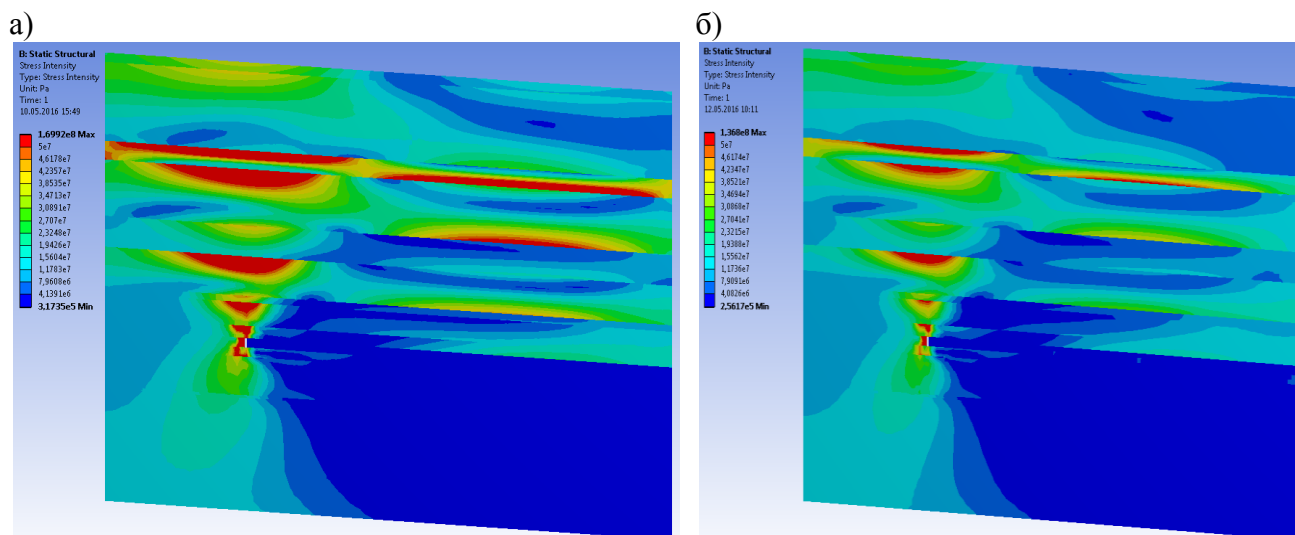


Рисунок 5 – Эпюры интенсивности напряжений σ вокруг 861 лавы при базовой технологии (а) и селективной выемке угля (б)

Разрушающие концентрации σ (причем, для всех литотипов, включая песчаник) действуют в разных областях надугольной толщи: в зоне опорного давления и над лавой концентрации σ располагаются в верхней части мощности каждого слоя; в выработанном пространстве максимумы σ размещаются в нижней части мощности слоев.

Наиболее нагруженным слоем является песчаник по причине своей повышенной крепости и жесткости; весьма вероятно, что именно песчаник представляет верхнюю границу зоны шарнирно-блокового сдвижения, выше которой располагается зона плавного прогиба слоев без нарушения сплошности. При базовой технологии действует более интенсивное горное давление и песчаник подвержен разрушению на высоту не менее половины его мощности: при таких разрушениях создание достаточно устойчивой распорной системы из породных блоков песчаника маловероятно.

При селективной выемке глубина проникновения разрушений в песчанике составляет 10 – 25% от его мощности и растет вероятность формирования более устойчивой распорно-блочной системы. Те же тенденции можно отметить и в нижележащем мощном слое алевролита, где области действия максимумов сокращаются (при селективной выемке) в 1,8 – 2,15 раз над лавой, а над выработанным пространством исчезают вовсе с соответствующим резким падением величины концентраций. В более близких слоях основной кровли происходит существенное сокращение областей распространения концентраций над лавой и их исчезновение над выработанным пространством. Общее сокращение об-

ластей действия разрушающих концентраций колеблется в диапазоне 40 – 80%.

Таким образом, по фактору распределения интенсивности напряжений следует отметить существенное (до 2 раз) снижение как величины концентраций, так и размеров областей их действия. Это способствует повышению устойчивости окружающего массива и сокращению активных проявлений горного давления при селективной выемке пласта C_8^n .

Выводы. В работе предложено техническое решение по отработке тонких угольных пластов Западного Донбасса, основанное на внедрении в производство безотходной и ресурсосберегающих технологии.

Изучено состояние углевмещающей толщи слоистых пород в пределах 861 выемочного участка шахты «Западно-Донбасская» при использовании технологии селективной выемки пласта C_8^n с частичной закладкой выработанного пространства. Основные научно-практические результаты сводятся к следующему:

– во-первых, установлена закономерность активного сокращения размеров областей высоких концентраций вертикальных напряжений в зоне фронтального опорного давления, которые являются разрушающими для большинства литотипов надугольной толщи; поэтому происходит общее повышение ее устойчивости с прогнозируемым снижением горного давления на механизированную крепь очистного забоя;

– во-вторых, область активного расслоения пород кровли и почвы пласта позади лавы многократно сокращается ввиду практически полного отсутствия растягивающих вертикальных напряжений; по этой причине стабилизация проявлений горного давления наступает гораздо раньше, что позволяет прогнозировать снижение затрат на поддержание сборного штрека при его последующем повторном использовании;

– в-третьих, снижаются (до 2 раз) концентрации интенсивности напряжений и области их распространения, что обуславливает уменьшение объемов разрушенных пород в слоях кровли пласта и формирование пониженного горного давления в лаве.

Таким образом, выполненные исследования свидетельствуют о преимуществе селективной выемки с частичной закладкой с точки зрения геомеханики поведения массива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К вопросу оставления породы в выработанном пространстве угольных шахт // В.И. Бондаренко, В.В. Русских, А.И. Яркович [и др.] / Щорічний науково-технічний збірник «Розробка родовищ». – Днепропетровск: НГУ. – 2014. – С. 19-24.
2. Технология селективной отработки тонких угольных пластов: моногр. / В.И. Бузило, А.Г. Кошка, В.П. Сердюк [и др.]. – Д.: Национальный горный университет, 2012. -138с.
3. Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства: моногр. / В.И. Бузило, В.И. Сулаев, А.Г. Кошка [и др.]. - Д.: Национальный горный университет, 2013. – 124 с.
4. Бронников, Д.М.Закладочные работы в шахтах / Д.М. Бронников, М.Н. Цыгалов. – М.: Недра, 1989. – 489 с.
5. Экспериментальные исследования устойчивости повторно используемых выемочных выработок на пологих пластах Донбасса: моногр. / В.И.Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович [и др.]

др.]. – Д.: ЛізуновПрес, 2012. – 426 с.

6. Савостьянов, А.В. Управление состоянием массива горных пород / А.В. Савостьянов, В.Г. Клочков. – К.: ВО, 1992. – 276 с.

7. Зборщик, М.П. Охрана выработок глубоких шахт в зонах разгрузки / М.П. Зборщик, В.В. Назимко. – К.: Техніка, 1991. – 248 с.

8. Кияшко, Ю.И. Научно-технические принципы создания высокопроизводительных технологий очистной выемки угольных пластов: дисс. ... доктора техн. наук:05.15.02 / Кияшко Юрий Иванович. – Д., 2001. – 376 с.

9. Sotskov, V. Features of using numerical experiment to analyze the stability of development workings. / V. Sotskov, I. Saleev / Progressive technologies of coal, coalbed methane, and ores mining– Netherlands: CRC Press /Balkema. 2014. – pp. 401 – 404.

10. Fomichov, V. Determination and analysis of the acceptable benchmark changes of the stress strain state of frame and anchor fastening elements of dismantling drift when approaching a working face / V. Fomichov, V.Sotskov, A. Malykhin / Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. - 2014. - Issue 1. – pp. 22 – 26.

REFERENCES

1. Bondarenko, V.I., Russkikh, V.V., Yarkovich, A.I. and Malashkevych, D.S. (2014), “To the question of waste rock leaving in mined out space of coal mines”, *Mining of mineral deposits*, pp. 19-24.

2. Buzilo, V.I., Koshka, A.G. and Serduk, V.P. (2012), *Technologiya selektivnoy otrabotki tonkikh ugolnykh plastov* [The technology of selective mining of thin coal seams], National mining university, Dnepropetrovsk, Ukraine.

3. Buzilo, V.I., Sulaev, V.I. and Koshka, A.G. (2013), *Technologiya otrabotki tonkikh plastov s zakladkoy vyrabotanogo prostranstva* [Technology for mining thin coal seams with a bookmark of the developed space], National mining university, Dnepropetrovsk, Ukraine.

4. Bronnikov, D.M. and Tsyhalov, M.N. (1989), *Zakladochnye raboty v shakhtakh* [Backfilling work in the mines], Nedra, Moscow, USSR.

5. Bondarenko, V.I., Kovalevskaya, I.A. and Symanovich, G.A. (2012), *Eksperymentalnye issledovaniya ustoychivosti povtorno ispolzuemykh vyemochnykh vyrabotok na pologikh plastakh Donbassa* [Experimental study of the stability of excavation excavations re-used in shallow seams], LisunovPress, Dnepropetrovsk, Ukraine.

6. Savostyanov, A.V. and Klochkov, V.G. (1992), *Upravlenie sostoyaniem massiva gornykh porod* [Controlling the state of the rock mass], VO, Kiev, Ukraine.

7. Zborshik, M.P. and Nazimko, V.V. (1991), *Okhrana vyrabotok glubokikh shakht v zonakh razgruzki* [Safety of mine working in deep mines in areas of unloading], Technika, Kiev, Ukraine.

8. Kiyashko, Yu.I. (2001), “Scientific and technical principles of creation of high productive technology of stopping operation in coal seams”, Abstract of D. Sc. Thesis, Underground Mining, National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine.

9. Sotskov, V.A. and Saleev, I. (2014), “Features of using numerical experiment to analyze the stability of development workings”, *Progressive technologies of coal, coalbed methane, and ores mining*, pp. 401 – 404.

10. Fomichov, V.V., Sotskov, V.A. and Malykhin, A. (2014), “Determination and analysis of the acceptable benchmark changes of the stress strain state of frame and anchor fastening elements of dismantling drift when approaching a working face”, *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, Issue 1, pp. 22 – 26.

Об авторах

Соцков Вадим Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры подземной разработки месторождений Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Днепр, Украина, vadimsockov@gmail.com.

Малашкевич Дмитрий Сергеевич, аспирант кафедры подземной разработки месторождений Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Днепр, Украина, malashkevychnmu@gmail.com.

Русских Владислав Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры подземной разработки месторождений Государственного высшего учебного заведения «Национальный горный университет» (ГВУЗ «НГУ»), Днепр, Украина, vladrusskikh@gmail.com.

About the authors

Sotskov Vadym Aleksandrovych, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor of the Underground mining department, State Higher Education Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnepr, Ukraine, vadimsockov@gmail.com.

Malashkevych Dmytry Sergeevych, Post-graduate Student of the Underground mining department, State Higher Education Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnepr, Ukraine, malashkevychnmu@gmail.com.

Russkikh Vladyslav Vasylevych, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Associate Professor of the Underground mining department, State Higher Education Institution «National Mining University» (SHEI «NMU»), Dnepr, Ukraine, vladrusskikh@gmail.com.

Анотація. У статті наведено технічне рішення щодо відпрацювання тонких вугільних пластів з частковим закладанням виробленого простору. Обґрунтовано геомеханічну модель поведінки вуглевмісної товщі. Наведено методику проведення обчислювального експерименту з дослідження процесів зрушення вуглевмісного масиву в зоні впливу очисних робіт. Побудовані епюри розподілу компонент напружень (горизонтальних, вертикальних і інтенсивності напружень) гірського тиску в області фронтального опорного тиску і області виробленого простору для традиційної технології (при управлінні покрівлею повним обваленням) і при селективній технології з частковим закладанням. Виходячи з проведених досліджень напружено-деформованого стану вуглевмісної товщі зроблено загальний висновок щодо переваги технології селективної виїмки з частковим закладанням з точки зору геомеханіки поведінки масиву.

Ключові слова: напружено-деформований стан, часткова закладка виробленого простору, селективна технологія.

Abstract. In the article, the technological solution for thin coal seams mining with partial goaf backfilling is proposed. The geomechanical model of coal-bearing strata behavior is substantiated. The technique of computing experiment is presented for studying processes of coal-bearing massif movement in zone of stope operation influence. The curves were built for distributions of stress components (horizontal, vertical and intensity stresses) of the rock pressure in area with frontal bearing pressure and goaf area for traditional technology (full caving) and selective technology with partial backfilling. According to the performed investigation of the stress-strain-state of coal-bearing strata, a general conclusion is made about advantage of technology of selective mining with partial goaf backfilling in context of massif geomechanical behavior.

Keywords: stress-strain-state, partial goaf backfilling, selective technology.

Статья поступила в редакцию 20.09.2016

Рекомендовано к публикации д-ром технических наук Четвериком М.С.