

УДК 622.831

к.т.н. Филатьев М. В.,
магистр Филатьева Э. Н.,
асп. Трунов М. В.,

д.т.н. Антощенко Н. И. (ДонГТУ, г. Лисичанск, Украина)

О РАЗМЕРАХ ЗОН С РАЗРЫВОМ СПЛОШНОСТИ ПОРОД ПРИ ИХ ПОДРАБОТКЕ ОЧИСТНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

Приведен сравнительный анализ результатов определения размеров зон с разрывом сплошности подработанных пород с использованием известных методик. Наиболее достоверно зоны подработанных пород с разрывом сплошности можно установить по косвенным признакам. Такими являются степень развития очистных работ, параметры сдвижения земной поверхности или динамики газовыделения из подработанной углепородной толщи. Выявлены преимущества и недостатки рассматриваемых способов.

Ключевые слова: газозольное месторождение, подработка, углепородная толща, сплошность, очистные выработки, динамика метановыделения, параметры, сдвижение, земная поверхность.

От точности определения размеров зон с разрывом сплошности подработанных пород во многом зависит успешное освоение газо-угольных месторождений Донбасса. Такая зависимость связана с образованием в этой зоне единой системы газопроводящих трещин, что существенно влияет как на полноту извлечения газа, так и на технологические процессы ведения горных работ и их безопасность. Например, зоны с разрывом сплошности пород определяют уровень проявления опорного давления и условия проведения и поддержания горных выработок. От изменения природного состояния подработанной углепородной толщи зависят газо- и водопитоки.

При решении актуальных инженерных задач горного производства применялась (применяется) разная терминология определения вертикального размера зон с разрывом сплошности подработанных пород (H_p):

- свод разгрузки [1];
- зона с разрывом сплошности пород [2];
- зона секущих трещин, создающих единую газопроводящую систему [3];
- расстояние по нормали между разрабатываемым и сближенным пластами, при котором метановыделение из последнего практически равно нулю [4];

область полных сдвижений [5];

зона полных сдвижений [6];

интервалы разгрузки [7].

Использование разной терминологии [1-7] вызвано большим разнообразием задач, решение которых невозможно без применения рассматриваемого параметра H_p . В эмпирических зависимостях для определения H_p использовалось разное количество влияющих факторов. Анализ [8] показал, что применение большого количества влияющих факторов в эмпирических зависимостях не привело к повышению точности расчетов и их полному соответствию схемам сдвижения подработанных пород. Такая ситуация обусловлена применением схем сдвижения для решения отдельных узконаправленных задач и усреднённых прогнозных прочностных характеристик пород, которые даже для одного района могут отличаться в 10-15 раз [6, 9, 10]. По этой причине для получения приемлемых результатов необходимо

© Филатьев М. В., 2018

© Филатьева Э. Н., 2018

© Трунов М. В., 2018

© Антощенко Н. И., 2018

иметь достоверные исходные данные о свойствах пород.

Акимов А.Г. отмечал [6], что вопросы непосредственной связи параметров сдвига с физико-механическими свойствами пород долгое время не изучались. Полученные для разных бассейнов эмпирические зависимости косвенно учитывают свойства среды, в которой происходят процессы сдвига породы, характеризующиеся различными параметрами. Ни один из параметров в этих зависимостях не определяется как функция физико-механических свойств пород или массива. Эмпирические формулы такой структуры рассчитаны на средние показатели свойств пород бассейна или месторождения, и поэтому возникали значительные погрешности расчетов.

В последние годы появился ряд работ, в которых более объективно, по сравнению с нормативными документами [1, 4], учитываются реальные условия отработки угольных пластов. Предлагается [5, 7] при определении H_p учитывать свойства вмещающих пород и структуру углепородной толщи. Согласно [11] для определения H_p используются параметры, характеризующие степень развития очистных работ и мульд сдвига земной поверхности. В условиях газугольных месторождений предлагается способ [12] определения H_p по степени развития очистных работ и кривой динамики газовыделения. Наличие значительного количества методик [1, 2, 4, 5, 7, 11, 12] и накопленный опыт отработки угольных пластов позволяют провести сравнительный анализ результатов определения H_p в конкретных горно-геологических условиях.

Цель – выявить преимущества и недостатки рассматриваемых способов определения H_p и разработать рекомендации оптимальной и безопасной эксплуатации газугольных месторождений.

Наиболее простое уравнение для расчета H_p использовалось в нормативном документе [4]:

$$H_p = k_{y.k} \cdot m_B \cdot (1,2 + \cos \alpha), \text{ м}, \quad (1)$$

где: $k_{y.k}$ – коэффициент, характеризующий способ управления кровлей. При полном обрушении $k_{y.k} = 60$;

m_B – вынимаемая мощность пласта, м;

α – угол падения пласта, град.

Коэффициент $k_{y.k}$ отображает средние показатели прочностных свойств вмещающих пород. При $m_B = 1,0$ м, $H_p \approx 130$ м.

В данном случае не принимаются во внимание параметры очистных выработок, степень их развития, состав и свойства вмещающих пород.

Согласно [1] дополнительно, по сравнению с [4], используются параметры, учитывающие длину очистного забоя ($l_{оч}$) и степень метаморфизма угля.

$$H_p = 1,3 \cdot l_{оч} \cdot k_{\lambda} \cdot \sqrt{m_B} \times (\cos \alpha + 0,05_{кл}), \text{ м}, \quad (2)$$

где: $k'_{y.k} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий влияние способа управления кровлей при полном обрушении;

k_{λ} – коэффициент влияния степени метаморфизма на величину свода разгрузки.

Согласно уравнению (2) H_p прямо пропорционально зависит от длины лавы. При $l_{оч} > 220$ м принимается $l_{оч} = 220$ м. Значение k_{λ} рекомендуется в диапазоне $0,91 \div 1,80$. При $m_B = 1,0$ м расчетное значение H_p находится в диапазоне $272 \div 565$ м, что существенно превышает этот параметр, рассчитанный по уравнению 1. Вызывает сомнение соответствие больших значений коэффициента влияния степени метаморфизма ($k_{\lambda} = 1,8 \div 1,6$) для антраци-

тов, а для углей низкой степени метаморфизма (V^{daf} более 40%) - меньших ($1,00 \div 0,91$). Для рассматриваемого случая в условиях антрацитовых пластов (при $m_B = 1,0$ м и $k_{\lambda} = 1,8 \div 1,6$) расчетное значение H_p находится в интервале $561 \div 494$ м, а для углей минимальной степени метаморфизма ($V^{daf} = 30 \div 40$ %) в диапазоне $300 \div 272$ м. Вмещающие антрацитовые пласты породы являются более прочными по сравнению с породами, вмещающими угольные пласты низкой степени метаморфизма. По этой причине значение H_p для антрацитовых пластов следовало ожидать меньшим по сравнению с углями меньшей степени метаморфизма, а не наоборот.

Исходя из физических представлений параметр H_p должен быть меньшим или равным глубине ведения очистных работ (H). Если же согласно расчетам H_p превышает H , то это свидетельствует о некорректности применения эмпирических уравнений 1,2 в рассматриваемом диапазоне исходных параметров.

На основании опыта отработки угольных пластов, результатов исследований прошлых лет, физического и компьютерного моделирования установлено влияние на формирование H_p длины очистного забоя (l_{oc}) и строения вмещающих пород [5].

В среднем $H_p = \frac{2}{3} l_{oc}$, при наличии в кровле пласта мощных слоев ($10 \div 30$ м) прочных пород $H_p = (0,4 \div 0,5) l_{oc}$, при отсутствии мощных и прочных породных слоев H_p достигает значений $(1,0 \div 1,2 H_p) \cdot l_{oc}$ [5]. Рассматривая зависимость H_p только от одного параметра – длины очистного забоя, для исключения некорректных результатов расчета типа $H_p > H$, необходимо знать допустимые пределы изменения параметра в каждом конкретном случае.

Методика прогноза газообильности выемочного участка предусматривает расчёт интервалов разгрузки дегазируемой толщи

H_p [7] с использованием отдельных требований Руководства [1]:

$$H_p \leq k_{\lambda} \cdot k'_{y.k} \cdot [250 \cdot m_B / \varepsilon_{kp} \cdot 10^3], \text{ м}, \quad (3)$$

где ε_{kp} – критическая (предельная) деформация растяжения углей и пород, при которой происходит разрыв сплошности.

Коэффициенты k_{λ} и $k'_{y.k}$ определяют согласно Руководству [1]. При значениях критических (предельных) деформациях растяжения (ε_{kp}) породы теряют сплошность, образуются трещины и появляется возможность для движения флюидов. Для углей рекомендуются $\varepsilon_{kp.c} = (2 \div 3) \cdot 10^{-3}$, для песчаников и алевролитов $\varepsilon_{kp.s} = (3 \div 4) \cdot 10^{-3}$, для аргиллитов $\varepsilon_{kp.ar} = (6 \div 8) \cdot 10^{-3}$ [7].

Интервалы разгрузки для подработанных угольных пластов (H_c), песчанников и алевролитов (H_s), аргиллитов (H_{ar}) определяют [7] с учетом средних значений ε_{kp} при управлении кровлей полным обрушением:

$$H_c = 100 \cdot m_B \cdot k_{\lambda}, \text{ м}, \quad (4)$$

$$H_s = 70 \cdot m_B \cdot k_{\lambda}, \text{ м}, \quad (5)$$

$$H_{ar} = 35 \cdot m_B \cdot k_{\lambda}, \text{ м}. \quad (6)$$

Согласно уравнению (3) при вынимаемой мощности разрабатываемого пласта 1 м и рекомендуемым значениям ε_{kp} дегазируемая толща подработанных пород для антрацитов находится в диапазоне $150 \div 56$ м, а для углей малой степени метаморфизма – в интервале $76 \div 28$ м. Трещиноватость в подработываемых антрацитовых пластах образуется при их удалении от разрабатываемого на расстояние $225 \div 150$ м, а для углей низкой степени метаморфизма – на удалении $114 \div 76$ м. Из сопоставления этих данных следует, что угольные пласты могут быть подвержены дегазации на боль-

шем удалении от разрабатываемого по сравнению с подрабатываемыми породами.

Плотность извлекаемых запасов метана в подработанной углепородной толще определяют с использованием уравнений 4, 5, 6, с учётом средних значений $\varepsilon_{кр}$ [7].

При таком подходе и $m_B = 1$ м предполагается дегазация антрацитовых и угольных пластов в интервале $H_c = 180 \div 91$ м, песчанников и алевролитов при $H_s = 126 \div 64$ м, аргиллитов при $H_{ar} = 63 \div 32$ м. Недостатком такого подхода к определению H_c , H_s и H_{ar} является использование усреднённых значений $\varepsilon_{кр}$, определение k_l согласно [1] и отсутствие в расчетах влияния параметров степени развития очистных работ на сдвигание углепородной толщи. Положительными сторонами методики [7] являются возможность учитывать объёмы метана, сорбированного рассеянным органическим веществом (РОВ) и влияния экранирующих свойств пород (газоупоров).

О происходящих процессах в глубине подработанного массива в большинстве случаев можно судить только по косвенным признакам. К таким признакам относятся степень развития очистных работ и параметры мульды сдвига земной поверхности. Степень развития очистных работ определяется размерами выработанного пространства, а параметры мульды сдвига земной поверхности достоверно устанавливаются на основании маркшейдерских наблюдений [2].

Зная экспериментально определённые размеры очистных выработок ($L_1, L_2, \dots, L_i$) и соответствующие им расположения точек максимального оседания земной поверхности ($1, 2, \dots, i$), глубину ведения работ (H), можно рассчитать углы, характеризующие максимальное оседание земной поверхности ($\psi_{01}, \psi_2, \dots, \psi_i$). В совокупности эти параметры определяют возможную высоту распространения процессов

сдвига пород с разрывом их сплошности на первом этапе формирования мульды земной поверхности. Угол ψ_i после полной подработки является минимальным и постоянным, значение которого определяет максимальное оседание земной поверхности. Такое его значение соответствует также максимальному и окончательному сдвиганию подработанных пород. По этой причине зона сдвига пород с разрывом их сплошности в начальный период оседания земной поверхности после оседания основной кровли (максимальное оседание $\eta_m = 0$) не может распространяться за пределы выше значения параметра H_p^1 (рис. 1). Параметр H_p^1 легко определяется из соотношения L_1, H и углов ψ_i и ψ_{01} . Если точка 1 начала оседания земной поверхности находится над серединой выработанного пространства, то параметр H_p^1 рассчитывается согласно уравнению:

$$H_p^1 = \frac{L_1 \cdot \operatorname{tg} \psi_i}{2}, \text{ м.} \quad (7)$$

При других вариантах расположения точки 1 (разных значениях углов ψ_{01} со стороны разрезной печи и очистного забоя) параметр H_p^1 определяется из соотношения:

$$H_p^1 = \frac{H \cdot \operatorname{tg} \psi_i}{\operatorname{tg} \psi_{01}^p}, \text{ м,} \quad (8)$$

где ψ_{01}^p - угол, характеризующий начало сдвига земной поверхности со стороны разрезной печи.

Параметр H_p^1 при его определении согласно уравнениям (7 или 8) соответствует сдвиганию пород с разрывом их сплошности после осадки основной кровли. Его значение увеличивается по мере удаления очистного забоя от разрезной печи. Максимальная величина параметра H_p рег-

ламентируется длиной лавы (L_L). Удаление очистного забоя от разрезной печи на расстояние более L_L (после образования квадрата выработанного пространства) уже не приводит к дальнейшему увеличению размеров зоны сдвижения пород с разрывом их сплошности [13]. Определе-

ние параметра H_p для этого случая (рис. 1) при равенстве углов ψ_i со стороны разрезной печи и очистного забоя возможно по уравнению:

$$H_p = \frac{L_L \cdot \operatorname{tg} \psi_i}{2}, \text{ м.} \quad (9)$$

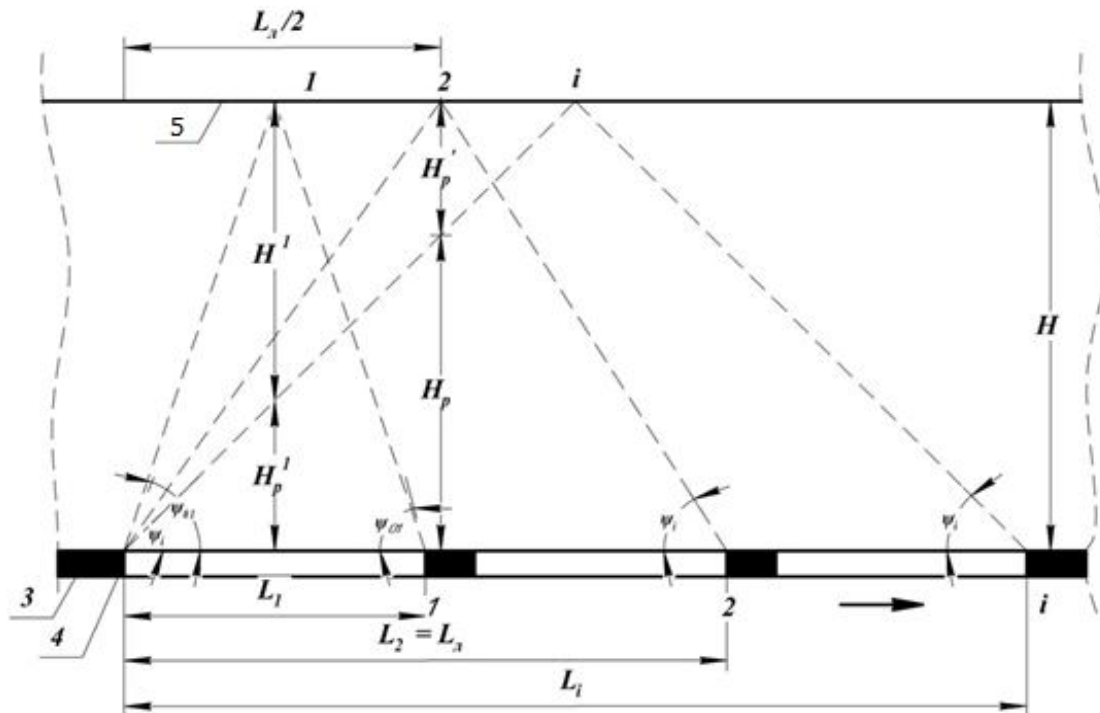


Рисунок 1 – Схема определения возможной высоты распространения процессов сдвижения пород с разрывом их сплошности в начальный период развития очистных работ

1, 2 ... i – положение очистного забоя относительно разрезной печи и соответствующие им точки максимального оседания земной поверхности; 3 – разрабатываемый пласт; 4 – неподвижная стенка разрезной печи; 5 – земная поверхность; $L_1, L_2 \dots L_i$ – текущие расстояния между очистным забоем и разрезной печью; L_L – расстояние между очистным забоем и разрезной печью при достижении процессами сдвижения пород земной поверхности (максимальное оседание $\eta_m = 0$); L_L – длина лавы; H – глубина работ; ψ_{01} – угол, характеризующий начало сдвижения земной поверхности (точку 1); $\psi_1, \psi_2, \dots \psi_i$ – углы сдвижения подработанных пород при соответствующих положениях очистного забоя; H_p^1 ,

H_p – высота распространения процессов сдвижения пород с разрывом их сплошности соответственно после первичной осадки основной кровли и удалении очистного забоя от разрезной печи на расстояние $L_2 = L_L$; H_1, H'_p – мощность пород без разрыва их сплошности

Для других вариантов:

$$H_p = \frac{H \cdot \operatorname{tg} \psi_i}{\operatorname{tg} \psi_L^p}, \text{ м,} \quad (10)$$

где ψ_L^p – угол, соответствующий максимальному оседанию земной поверхности

со стороны разрезной печи при удалении забоя на расстояние L_L .

Возможность использования уравнений (7-10) в инженерных расчетах подтверждается экспериментальными данными [2] зависимости, в основном, стадий сдвижения земной поверхности и координат ха-

рактерных точек от глубины ведения очистных работ (H). Полученные результаты подтверждаются также выводом работы [14]:

- динамическая муфта сдвижения горного массива осадочного происхождения – это многовариантная система взаимодействия слоев и блоков пород, в которых величина прогиба на 80% и более определяется соотношением размера выемки к глубине (геометрия выемки), а свойства пород и прочностные условия на контактах между слоями выполняют вспомогательную роль.

Идея способа определения H_P [12] заключается в совместном рассмотрении параметров динамики газовыделения из подрабатываемой углепородной толщи с процессами сдвижения пород в направлении от разрабатываемого пласта к земной поверхности при удалении очистного забоя от разрезной печи. Этот способ основывается на физико-математической модели. Согласно этой модели рассматриваются количественные значения взаимосвязанных параметров развития очистных работ и процессов сдвижения подработанных пород, а также газовыделения в дегазационные скважины, пробуренные над разрезной выработкой до подрабатываемых пластов. Стадия от начала газовыделения в скважины и до достижения его абсолютного максимума определяется, как минимум, двумя взаимозависимыми процессами. Эти процессы характеризуются параметрами сдвижения подработанных пород и десорбции метана во времени из увеличивающихся объемов угля сближенных пластов и вмещающих пород, которые последовательно попадают в разгруженную от горного давления зону. Достижение абсолютного максимума метановыделения в дегазационные скважины свидетельствует о попадании в область влияния очистных работ всех возможных источников газовойделения в кровле разрабатываемого пласта. При удалении очистного забоя от раз-

резной выработки на расстояние L_m , при котором достигается максимум метановыделения в дегазационные скважины, происходит формирование углов полных сдвижений, которые близки к своему конечному значению (ψ_k). В результате этого формируется зона влияния очистной выработки на процессы десорбции метана. Положению верхней границы этой зоны соответствует расстояние от разрабатываемого пласта H_P , выше которой газовыделение из пластов и пород не происходит. Такое представление физических процессов позволило установить конкретные источники метановыделения из подрабатываемой углепородной толщи и количество газа, выделившееся из них.

Зная экспериментальные значения L_m и угла ψ_k можно рассчитать предельное значение H_P :

$$H_P = \frac{L_m \cdot \operatorname{tg} \psi_k}{2}, \text{ м.} \quad (11)$$

Уравнения 1-11 получены на основании разных представлений и подходов к рассмотрению процессов сдвижения подрабатываемых пород и сопутствующих им явлений.

Для объективной оценки достоверности получаемых результатов согласно уравнениям 1-11 произвели расчеты для условий отработки антрацитового пласта I_2^g шахтой им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит». Наблюдения за изменением газовыделения из подрабатываемой углепородной толщи проведены на участках 2-й бис и 3-й западных лав. Длины лав соответственно составляли 185 и 205 м., мощность разрабатываемого пласта – 0,90 м, угол его падения – 5°, глубина ведения работ – 300 м, выход летучих веществ – 8%. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

РОЗРОБКА КОРИСНИХ КОПАЛИН

При определении H_p согласно уравнению 3 предельные деформации для песчаников и алевролитов приняты равными среднему рекомендуемому [7] их значению ($\varepsilon_{кр.с} 3,5 \cdot 10^{-3}$). Согласно [2] в уравнении (7) к расчету приняты значения $L_1 = 0,21H$ и $\psi_i = 55^\circ$, в уравнении (8)

$\psi_{01}^p = 84^\circ$, а в уравнении (10) согласно экспериментальным зависимостям $\psi_{\pi}^p \approx 74^\circ$. Экспериментально определенные значения параметров L_m и ψ_k уравнения (11) для каждой лавы приведены в работе [12].

Таблица 1 – Расчетные размеры зон сдвижения пород с разрывом сплошности для условий отрабатки 2-й бис и 3-й западных лав пласта l_2^6 шахты им. газеты «Известия» ГП «Добассантрацит»

Лавы	Результаты расчётов согласно уравнениям 1-11, м										
	1(H_p)	2(H_p)	3(H_p)	4(H_c)	5(H_s)	6(H_{ar})	7(H_p^1)	8(H_p^1)	9(H_p)	10(H_p)	11(H_p)
2-я бис западная	119	382	105	147	103	51	45	45	132	124	128
3-я западная	119	423	105	147	103	51	45	45	147	127	122

Согласно рекомендациям [5] значение H_p должно было находиться для 2-й бис западной лавы в диапазоне 74÷93 м, а для 3-й западной - в интервале 82÷113 м. Такого же порядка получены расчётные значения H_p согласно уравнениям 1, 3, 9, 10, 11. Они находились в диапазоне 105÷147 м (табл. 1). Исключение составило уравнение 2 [4], согласно которому получено соотношение $H_p > H$, что противоречит схемам сдвижения подработанных пород и не соответствует проявлению сопутствующих процессов образования трещин на земной поверхности и выделению газа в атмосферу.

Формально уравнением 2 учитываются основные, влияющие на сдвижение пород, факторы. Это размер очистной выработки ($l_{оч}$), вынимаемая мощность разрабатываемого пласта (m_B) и прочностные свойства вмещающих пород (k_{π}). В рассматриваемом случае даже ограничение длины лавы ($l_{оч} \leq 220$ м) не исключило получение «диких» результатов.

Исходя из структуры построения эмпирического уравнения 3 необходимо ввести

ограничение и на применение предельного значения m_B , так как при $m_B > 0,9$ м повышается вероятность получения «диких» результатов.

Главной же причиной, которая исключает получение достоверных результатов согласно уравнению 2, является отсутствие реальной зависимости $k_{\pi} = f(V^{daf})$. В данном случае степень метаморфизма углей определена одним параметром - (V^{daf}) выходом летучих веществ при нагревании. Исходя из промышленной классификации углей степень их метаморфизма определяют более двадцати факторов. До настоящего времени влияние количества выделившегося газа из навески угля на процессы сдвижения подработанных пород не установлены, отсутствует также теоретическое обоснование существования такой зависимости. Изложенные факты свидетельствуют о необходимости внесения корректировок в нормативный документ [1] в части определения H_p .

Совершенно новый подход к определению H_p предложен в работе [7]. Изменения заключаются в применении параметров, характеризующих критические (пре-

дельные) деформации растяжения углей и пород ($\varepsilon_{кр}$), при которых происходит разрыв сплошности. Учитывая трудности определения фактических значений $\varepsilon_{кр}$, предлагается использовать их осредненные значения. Это может вносить дополнительные погрешности в итоговые результаты расчетов. Основным же недостатком уравнения (3) является определение коэффициента k_d согласно [1], который неадекватно отображает связь метаморфизма углей с процессами сдвижения подработанных пород. При всей прогрессивности предлагаемого способа определения H_p с использованием значений $\varepsilon_{кр}$, следует отметить некоторую абстрактность производимых расчетов. Например, значения H_c , H_s и $H_{ар}$ (уравнения соответственно 4, 5, 6) во всех случаях прямопропорционально зависят от вынимаемой мощности пласта и не связаны с геометрическими параметрами очистных работ. То есть в данном случае не учитываются условия отработки каждой конкретной лавы. В результате этого расчетные значения H_c , H_s и $H_{ар}$ для обеих лав не отличаются между собой (табл. 1).

Этот недостаток устраняется при использовании параметров явлений и процессов, сопутствующих сдвигению подработанных пород. В одном случае для этих целей использованы геометрические параметры очистных выработок и мульд сдвижения земной поверхности [2]. Во втором – совместно с параметрами очистных работ рассмотрены кривые динамики газовыделения в дегазационные скважины [12].

При проверочных расчетах определения H_p (уравнения 9, 10, 11) согласно методикам [2, 12] получены примерно одина-

ковые результаты ($H_p = 122 \div 147$ м) это свидетельствует о возможном их применении в инженерных расчетах.

Кроме значения H_p согласно методикам [2, 12] возможно установить параметр H_p^1 , характеризующий зону с разрывом сплошности пород при первичной осадке основной кровли. Для обеих лав $H_p^1 = 45$ м (табл. 1, уравнения 7, 8) при расчете согласно [2]. При использовании кривых динамики газовыделения [12] для 2-й бис и 3-й западных лав получены соответственно значения H_p^1 - 32 и 35 м.

В рассматриваемых случаях значение H_p^1 подтверждаются расположением сближенного пласта l_3 от разрабатываемого на расстоянии 30-32 м и динамикой газовыделения из углепородной толщи.

Выводы.

При разработке рекомендаций по оптимальной эксплуатации газо-угольных месторождений установлено следующее:

- размеры зон с разрывом сплошности подработанных пород определяются, в основном, следующими факторами:

- а) вынимаемой мощностью разрабатываемого пласта;
- б) размерами очистных выработок;
- в) прочностными свойствами вмещающих пород и их расположением относительно разрабатываемого пласта.

- наиболее достоверно зоны подработанных пород с разрывом сплошности можно определить по косвенным признакам. К ним относятся степень развития очистных работ, параметры сдвижения земной поверхности или динамики газовыделения из подработанной углепородной толщи.

Библиографический список

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / ред.кол.: С. В. Янко и [др.]; под ред. С. В. Янко – К.: Основа, 1994. – 311 с.

2. Филатьев М. В. Геомеханические процессы сдвижения подработанных пород и обоснование методики прогноза газовыделения в угольных шахтах / М. В. Филатьев, Н. И. Антощенко, А. И. Дубовик – Лисичанск: ДонГТУ, 2017. – 298 с.
3. Айруни А. Т. Теория и практика борьбы с рудничными газами на больших глубинах / А.Т. Айруни – М.: Недра, 1981. – 335 с.
4. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / ред.кол.: А. М. Карпов и [др.]; под ред. А. М. Карпова. – М.: Недра, 1975. – 238 с.
5. Лобков Н. И. Особенности формирования области полных сдвижений кровли при работе лавы в массиве угля / Н. И. Лобков // НАН Украины. Институт физики горных процессов. Физико-технические проблемы горного производства: Сб. научных трудов. Вып. 15. Физические, геомеханические и технологические проблемы добычи полезных ископаемых. – Донецк, 2012. – С. 92-98.
6. Акимов А. Г. Сдвижение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождений / А. Г. Акимов, В. Н. Земисев, Н. Н. Кацнельсон и [др.]. – М.: Недра, 1970. – 224 с.
7. Лукинов В. В. Прогноз метановыделения из подработанных пород в выработки выемочного участка / В. В. Лукинов, А. П. Клец, Б. В. Бокий и др. // Уголь Украины. – 2011. – №1. – С. 51-53.
8. Антощенко Н. И. О распространении вертикальных трещин в подработанных породах / Н. И. Антощенко, В. А. Давыденко // Вестник МАНЭБ. Т. 9, №7(79). – 2004. – С. 8-17.
9. Протодеяконов М. М. Распределение и корреляция показателей физических свойств горных пород: справ. пособ. / М. М. Протодеяконов, Р. И. Тедер, Е. И. Ильницкая и [др.]. – М.: Недра, 1981.. – 192 с.
10. Давидянц В.Т. Совершенствование способов и средств управления кровлей на шахтах Донбасса / В.Т. Давидянц – М.: Недра, 1969. – 280 с.
11. Филатьев М. В. Определение зон сдвижения подработанных пород с разрывом сплошности / М. В. Филатьев, Н. И. Антощенко, С. В. Пыжов, А. И. Дубовик // Уголь Украины. – 2016. – № 3. – С. 9-16.
12. Антощенко Н. И. Формирование динамики метановыделения из подрабатываемого массива при отработке газоносных угольных пластов / Н. И. Антощенко, В. Н. Окалелов, В. И. Павлов и [др.]. – Алчевск: ДонГТУ, 2013. – 221 с.
13. Лобков М. І. Розвиток наукових основ прогнозу обвалення порід покрівлі при вийманні лавою пологого пласта: автореф. дисер. на здобуття наук. ступ. докт. техн.. наук. Спец. 05.15.02 «Підземна розробка корисних копалин» / М. І. Лобков. – Донецьк, 2012. – 36 с.
14. Ягунов А. С. Исследование влияния высоких скоростей подвигания очистного забоя на характер и параметры процесса сдвижения земной поверхности / А. С. Ягунов // Вестник научно-го центра безопасности в угольной промышленности. – 2007. – № 2. – С. 36-43.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. НГУ Бондаренко В. И.,
к.т.н. Гальченко А. М.**

Статья поступила в редакцию 10.04.2018

**к.т.н. Філат'єв М. В., магістр Філат'єва Е.Н., асп. Трунов М. В.,
д.т.н. Антощенко М.І. (ДонДТУ, м. Лисичанськ, Україна)**

ПРО РОЗМІРИ ЗОН З РОЗРИВОМ СУЦІЛЬНОСТІ ПОРІД ПРИ ЇХ ПІДРОБЦІ ОЧИСНИМИ ВИРОБКАМИ

Приведений порівняльний аналіз результатів визначення розмірів зон з розривом суцільності підроблених порід з використанням відомих методик. Найдостовірніше зони підроблених порід з розривом суцільності можна встановити за непрямыми ознаками. Такими є ступінь розвитку очисних робіт, параметри зрушення земної поверхні або динаміки газовиділення з підробленої вуглепородної товщі. Виявлені переваги і недоліки наведених способів.

Ключові слова: газувугільне родовище, підробка, вуглепородна товща, суцільність, очисні виробки, динаміка метановиділення, параметри, зрушення, земна поверхня.

PhD Filatiev M., Master Filatieva E., graduate student Trunov M., Doctor of technical sciences Antoshchenko N. (DonSTU, Lisichansk, Ukraine)

**ABOUT THE SIZES OF AREAS WITH THE BREAK OF BREEDS AT THEIR EARNING
ADDITIONALLY THE CLEANSING MAKING**

A comparative analysis over of results of determining size of areas is brought with the break of сплошності of the earned additionally breeds with the use of the known methods. Most for certain areas of the earned additionally breeds with the break of continuous it is possible to set on indirect signs. Such are a degree of development of stoppings, parameters of moving of earthly surface or dynamics of gassed from the earned additionally coal - breed layer. Advantages and lacks of the examined methods are educed.

Key words: gascoal deposit, earning additionally, coal - breed layer, continuous, cleansing making, dynamics of gassed, parameters, moving, earthly surface.