

УДК 622.834

Определение зон сдвижения подработанных пород с разрывом сплошности

Разработаны и опробованы методики определения верхних границ зон сдвижения пород с разрывом сплошности после первичной осадки основной кровли и дальнейшего развития очистных работ. Установлено, что верхняя граница зоны сдвижения пород с разрывом сплошности формируется в период активной стадии оседания земной поверхности.

Ключевые слова: очистные работы, породные слои, подработка, земная поверхность, мульда, сдвижение, разрыв сплошности, граница.

Контактная информация: mfilatev@gmail.com

Постановка проблемы. Наименее изучен в настоящее время вопрос определения зон сдвижения пород с разрывом их сплошности при отработке угольных пластов. Такая ситуация возникла из-за отсутствия непосредственного доступа к объекту наблюдений. О процессах, происходящих в глубине подработанного массива, в большинстве случаев можно судить только по косвенным признакам, поскольку не разработаны рекомендации по практическому применению сопутствующих признаков, что затрудняет решение многих инженерных задач. К ним относятся проблемы, связанные с проявлением горного давления и безопасным поддержанием выработок, прогнозом газовыделения из подрабатываемых источников, нарушением водного баланса вблизи земной поверхности и многие другие. Учитывая важность перечисленных задач, установление по косвенным признакам возможных количественных значений параметров зон сдвижения пород с разрывом их сплошности – актуальное направление исследований.

К косвенным признакам, в рассматриваемом случае, относятся степень развития очистных работ и параметры мульды сдвижения земной поверхности. Степень развития очистных работ определяется размерами выработанного пространства, а параметры мульды достоверно устанавливаются на основании маркшейдерских наблюдений за сдвижением земной поверхности.

Цель исследований – разработка теоретической схемы, увязывающей параметры очистных выработок и мульды земной поверхности с процессами, происходящими в глубине массива подработанных пород, формулирование практических рекомендаций по определению зон их сдвижения с разрывом сплошности.

Теоретическая часть. Формирование мульды сдвижения земной поверхности состоит из двух этапов [1]. *Первый этап* включает развитие очистных работ при удалении забоя от



М. В. ФИЛАТЬЕВ,
канд. техн. наук
(Донбасский ГТУ)



Н. И. АНТОЩЕНКО,
доктор техн. наук
(Донбасский ГТУ)



С. В. ПЫЖОВ,
инж.
(Минэнергоуголь Украины)



А. И. ДУБОВИК,
инж.
(ГП «Шахта «Краснолиманская»)

разрезной печи до образования плоского дна мульды (полной подработки). В этот период максимальное оседание земной поверхности η_{\max} для конкретных горно-геологических и горнотехнических условий зависит только от расстояния между очистным забоем и разрезной печью. При достаточном развитии очистных работ значение η_{\max} приближается к глубине η_0 плоского дна мульды. Дальнейшее подвигание очистного забоя почти не влияет на увеличение η_{\max} , что указывает на переход ко *второму этапу* формирования мульды, которому соответствуют процессы сдвижения земной поверхности только под влиянием перемещающегося очистного забоя.

Теоретическая зависимость параметров сдвижения подработанных пород от развития очистных работ и образования мульды земной поверхности на обоих этапах иллюстрируется схемой (рис. 1). В ней последовательно рассмотрены процессы от начала сдвижения земной поверхности до полной подработки.

Оседания земной поверхности в точке 1 начинаются после осадки основной кровли при удалении очистного забоя от разрезной печи на некоторое расстояние L_1 . Угол ψ_{01} , определяющий положение точки 1 на земной поверхности, исходя из схемы, значительно превышает угол ψ_1 , характеризующий сдвижение подработанных пород с разрывом сплошности после осадки основной кровли.

При дальнейшем подвигании очистного забоя процессы сдвижения пород с разрывом их сплошности распространяются в сторону земной поверхности. Например, положению очистного забоя в точке 2 соответствует угол полных сдвижений ψ_2 , а верхнюю границу сдвижения пород с разрывом сплошности определяет параметр H_p^2 .

Для положения очистного забоя 2 согласно маркшейдерским наблюдениям экспериментально можно определить координаты точки 2 на земной поверхности. Ее положение соответствует значению η_{\max}^2 на экспериментальной кривой 7 траектории максимального оседания точек земной поверхности.

Из рассмотренного фрагмента схемы следует вывод об изменении соотношения параметров оседания земной поверхности и сдвижения подработанных пород по мере удаления очистного забоя от разрезной печи.

Углы ψ_{01} и ψ_{02} , характеризующие оседание земной поверхности, уменьшаются до ψ_i , а соответствующие полному сдвигению подработанных пород углы ψ_{01} и ψ_{02} увеличиваются до ψ_i . Можно предположить, что соответствующие пары углов будут тождественными в случае удаления очистного забоя от разрезной печи на расстояние L_i при полной подработке земной поверхности, тогда максимальное оседание η_{\max}^i точки i кривой 7 будет равно глубине плоского дна мульды сдвижения земной поверхности η_0 . Дальнейшее подвигание очистного забоя не вызовет увеличения оседаний земной поверхности и роста параметра H_p^i .

После полной подработки углы влияния на земную поверхность со стороны разрезной печи и очистного забоя ψ_i достигают минимальных значений, а при дальнейшем подвигании очистного забоя они остаются постоянными.

Методика определения текущих значений углов, характеризующих максимальное оседание земной поверхности, состоит в следующем. Каждая экспериментальная точка максимального оседания земной поверхности соединяется одним отрезком прямой с неподвижной стенкой разрезной печи, а вторым отрезком – с соответствующим этой точке положением очистного забоя. Угол между первым отрезком и плоскостью пласта является углом, характеризующим максимальное оседание земной поверхности со стороны разрезной печи, а между вторым отрезком и плоскостью пласта – аналогичным углом над перемещающимся очистным забоем. В общем случае эти углы могут отличаться между собой. Совокупность экспериментальных точек максимального оседания земной поверхности соответствует кривой 7 траектории максимального оседания. Эту кривую зависимости точек η_{\max} от расстояния их проекций до разрезной печи L_p подбирают методом наименьших квадратов по результатам маркшейдерских наблюдений. Приняв в уравнении кривой $\eta_{\max} = f(L_p)$ максимальное оседание земной поверхности $\eta_{\max} = 0$, определяют положение точки 1, в которой начинается сдвижение земной поверхности.

Положение очистного забоя 1 (расстояние L_1), соответствующее началу сдвижения зем-

РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

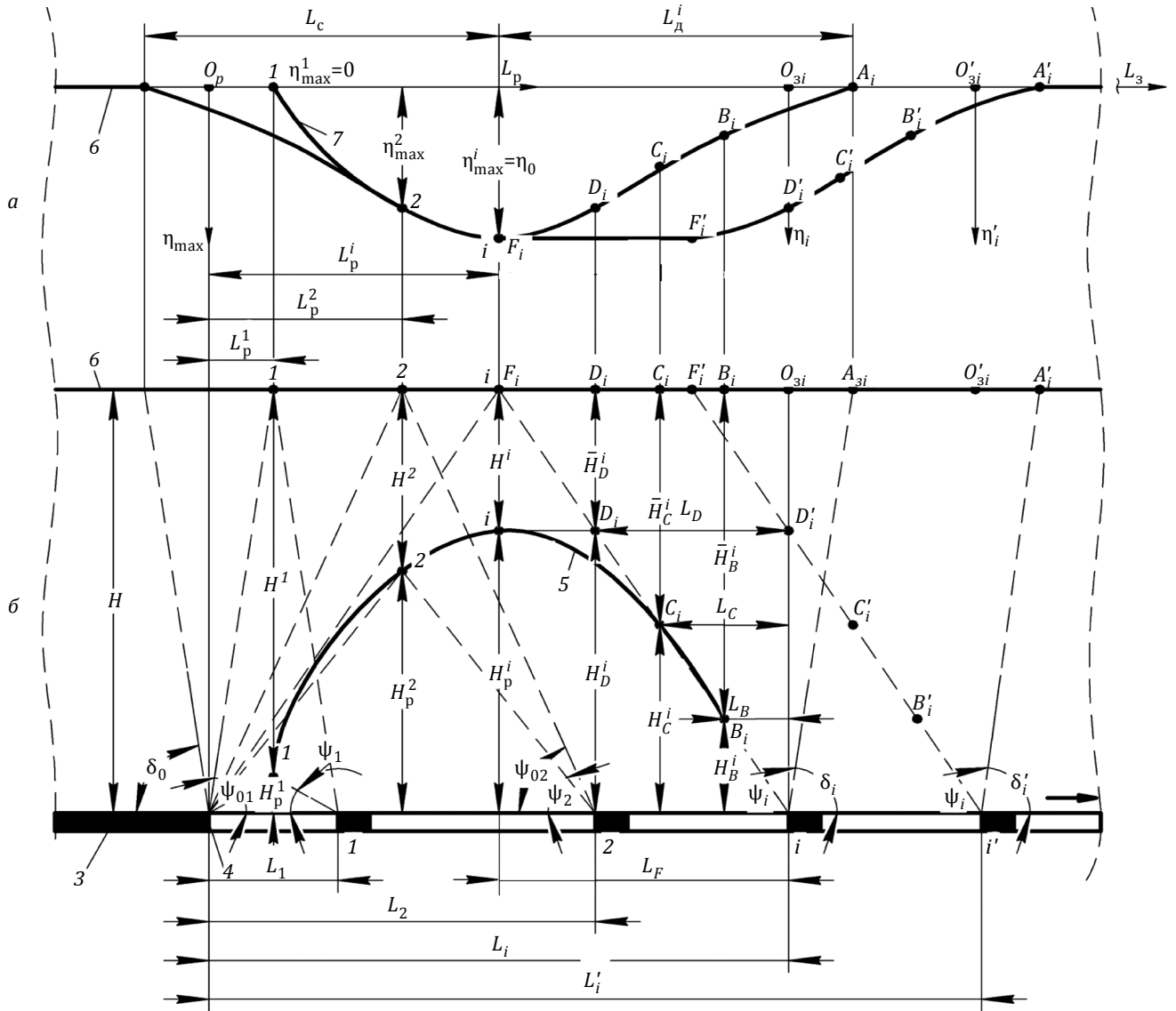


Рис. 1. Схема формирования параметров мульды земной поверхности в зависимости от развития очистных работ (а) и сдвижения подработанных пород (б): 1, 2, ..., i, ..., i' – положения очистного забоя относительно разрезной печи, соответствующие им точки оседания земной поверхности и сдвижения подработанных пород; 3 – разрабатываемый пласт; 4 – неподвижная стенка разрезной печи; 5 – верхняя граница сдвижения пород с разрывом их сплошности; 6 – земная поверхность; 7 – кривая траектории точек максимального оседания земной поверхности при удалении очистного забоя от разрезной печи; $L_1, L_2, \dots, L_i, \dots, L_i'$ – расстояния между очистным забоем и разрезной печью; $L_p^1, L_p^2, \dots, L_p^i$ – расстояния между проекцией разрезной печи и точками максимального оседания земной поверхности; H – глубина работ; ψ_{01} – угол, характеризующий начало сдвижения земной поверхности (точка 1); ψ_{02} – угол, определяющий точку 2 земной поверхности; $\psi_1, \psi_2, \psi_i, \dots, \psi_i'$ – углы сдвижения подработанных пород при соответствующих положениях очистного забоя; $\delta_0, \delta_i, \delta_i'$ – граничные углы; $H_p^1, H_p^2, \dots, H_p^i$ – высота распространения процессов сдвижения пород с разрывом их сплошности до образования плоского дна мульды; H^1, H^2, \dots, H^i – мощность породных слоев без разрыва их сплошности до образования плоского дна; $\eta_{\max}^1, \eta_{\max}^2, \dots, \eta_{\max}^i$ – максимальное оседание точек земной поверхности при соответствующих положениях очистного забоя; η_0 – глубина плоского дна мульды сдвижения; L_c и L_d^i – стационарная и динамическая полумульды в момент достижения полной подработки; A_i, B_p, C_p, D_p, F_i – характерные точки оседания земной поверхности над очистным забоем при образовании плоского дна мульды сдвижения; $A'_i, B'_p, C'_p, D'_p, F'_i$ – то же при произвольном положении очистного забоя; L_B, L_C, L_D, L_F – координаты характерных точек B_i, C_p, D_p, F_i на оси абсцисс; H_B^i, H_C^i, H_D^i – высоты сдвижения пород с разрывом сплошности, соответствующие характерным точкам B_p, C_p, D_p оседания земной поверхности над очистным забоем в положении i ; $\bar{H}_B^i, \bar{H}_C^i, \bar{H}_D^i$ – мощность породных слоев над очистным забоем без разрыва их сплошности; \rightarrow направление подвигания очистного забоя.

ной поверхности в точке 1, находят аналогично, используя зависимость η_{\max} от расстояния L между разрезной печью и очистным забоем.

Зная экспериментально определенные размеры очистных выработок L_1, L_2, \dots, L_i и соответствующие им расположения точек на земной поверхности 1, 2, ..., i , а также глубину ведения работ H , рассчитывают углы, характеризующие максимальное оседание земной поверхности $\psi_{01}, \psi_{02}, \dots, \psi_i$. Вместе эти параметры определяют возможную высоту распространения процессов сдвижения пород с разрывом их сплошности на первом этапе формирования мульды земной поверхности.

Угол ψ_i после полной подработки – минимальный и постоянный, его значение определяет максимальное оседание земной поверхности и, кроме того, соответствует максимальному и окончательному сдвижению подработанных пород. Поэтому зона сдвижения пород с разрывом их сплошности в начальный период оседания земной поверхности при $\eta_{\max} = 0$ не может распространяться за пределы выше значения параметра H'_p (рис. 2). Параметр H'_p находят из соотношения L_1, H

и углов ψ_i, ψ_{01} . Если точка 1 начала оседания земной поверхности располагается над серединой выработанного пространства, то параметр H^1_p рассчитывают согласно уравнению

$$H^1_p = L_1 \operatorname{tg} \psi_i / 2. \quad (1)$$

При других вариантах расположения точки 1 (разных углах ψ_{01} со стороны разрезной печи и очистного забоя) параметр

$$H^1_p = H \operatorname{tg} \psi_i / \operatorname{tg} \psi_{01}, \quad (2)$$

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

При определении параметра H^1_p согласно уравнениям (1) или (2) он соответствует сдвижению пород с разрывом их сплошности после осадки основной кровли и увеличивается по мере удаления очистного забоя от разрезной печи.

Максимальное значение параметра H_p регламентируется длиной лавы L_l . При удалении очистного забоя от разрезной печи на расстояние, превышающее L_l (после образования квадрата выработанного пространства), размеры зоны сдвижения пород с разрывом их сплошности уже не увеличиваются [2]. Параметр H_p для этого случая (см. рис. 2) при равенстве углов ψ_i со стороны разрезной печи и очистного забоя определяют по формуле

$$H_p = L_l \operatorname{tg} \psi_i / 2, \quad (3)$$

для других вариантов

$$H_p = H \operatorname{tg} \psi_i / \operatorname{tg} \psi_l^p, \quad (4)$$

где ψ_l^p – угол, соответствующий максимальному оседанию земной поверхности со стороны разрезной печи при удалении забоя на расстояние L_l .

Первый этап образования мульды сдвижения на земной поверхности заканчивается при удалении очистного забоя на расстояние L_i . Ему соответствует окончательное формирование стационарной полумульды длиной L_c (см. рис. 1). Дальнейшее

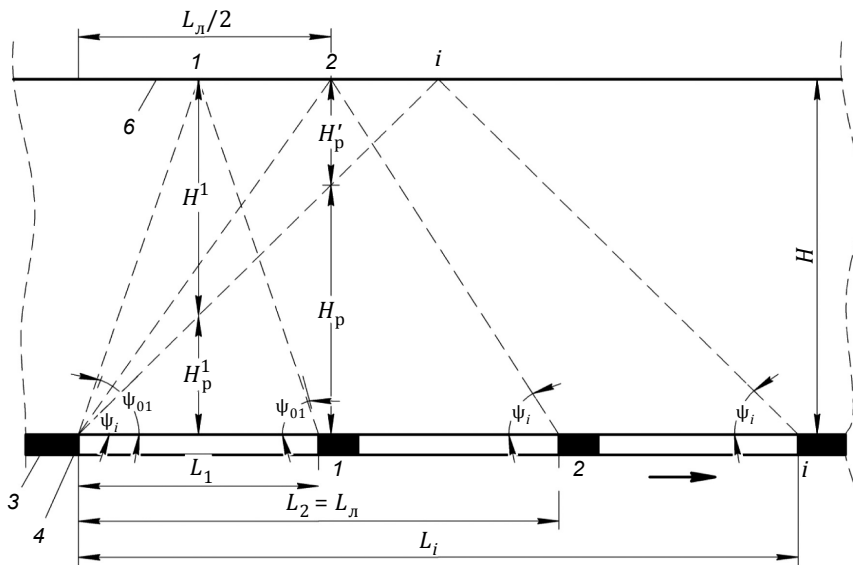


Рис. 2. Схема определения возможной высоты распространения процессов сдвижения пород с разрывом их сплошности на первом этапе разведения очистных работ: L_1 – расстояние между очистным забоем и разрезной печью при достижении процессами сдвижения пород земной поверхности ($\eta_{\max} = 0$); $L_1 = L_l$ – удаление очистного забоя на расстояние, равное длине лавы L_l ; H_p – максимально возможная высота распространения сдвижения пород с разрывом их сплошности из условия $L_2 = L_l$ [2]; H^1_p – мощность пород без разрыва сплошности. Остальные условные обозначения см. к рис.1.

подвигание очистного забоя не должно влиять на изменение параметров этой полумульды.

Последующие процессы оседания земной поверхности и сдвижения подработанных пород, а также их параметры связаны только с перемещением очистного забоя. Оседание земной поверхности рассматривали (см. рис. 1) в координатах $\eta_i (\eta_i^1) - L_3$ с началом координатных сеток соответственно в точках O_{3i} и O_{3i}^1 , расположенных в створе с перемещающимся очистным забоем.

По оси абсцисс откладывали расстояния L_3 от проекции линии очистного забоя на земную поверхность до точек наблюдений. Точки $A_i (A_i')$ соответствуют началу сдвижения земной поверхности; $B_i (B_i')$ – началу активной стадии; $C_i (C_i')$ – максимальной стадии скорости оседания; $D_i (D_i')$ – окончанию активной стадии и началу ее затухания; $F_i (F_i')$ – началу остаточного влияния. Стадия затухания в рассматриваемой схеме ограничивается точками $F_i (F_i')$. Их оседание ($\eta_{\max}^i = \eta_0$) составляет примерно 0,97–0,99 от конечного η_k при закончившихся процессах уплотнения пород [3].

Используя принципы определения стадий протекания процессов оседания земной поверхности с помощью производных [3], можно рассчитать положение характерных точек A_i, B_i, C_i, D_i, F_i или $A_i', B_i', C_i', D_i', F_i'$ кривых оседания земной поверхности. Граничные углы $\delta_i (\delta_i^1)$, характеризующие начало оседания земной поверхности, определяют исходя из расположения точек A_i или A_i' относительно очистного забоя.

Участки кривых $A_i - B_i$ и $A_i' - B_i'$ соответствуют начальному периоду сдвижения земной поверхности под влиянием подвигания очистного забоя. Наиболее активно оседание земной поверхности происходит на участках $B_i - D_i$ и $B_i' - D_i'$, а в точках C_i и C_i' достигается максимальная скорость оседания и перегиб кривой. Точки D_i и D_i' характеризуют окончание активной стадии сдвижения и переход к затуханию процессов оседания земной поверхности. В точках F_i и F_i' достигается максимум оседания. Расположение характерных точек мульды земной поверхности B_i, C_i, D_i, F_i или B_i', C_i', D_i', F_i' вместе с углом ψ_i дают возможность судить о предполагаемой высоте распространения сдвижения пород с разрывом их сплошности по отношению к очистному забое.

Если исходить из предположения о возможности образования зон подработанных пород с разрывом их сплошности в период активной стадии сдвижения земной поверхности, то в общем случае граница этих зон будет определяться параметром H_D^i . Положение точки D_i соответствует началу затухания оседания земной поверхности. Поэтому маловероятно интенсивное сдвижение подработанных пород под участком кривой $D_i - F_i$. Параметры H_B^i и H_C^i характеризуют высоту распространения сдвижения пород с разрывом сплошности соответственно под точками кривой оседания B_i и C_i .

Кривой динамики оседания земной поверхности η относительно очистного забоя L почти функционально отвечает логистическая зависимость [4]

$$\eta(L) = a / [1 + b \cdot \exp(-cL)], \quad (5)$$

где a – эмпирический коэффициент, соответствующий конечному оседанию земной поверхности η_k ; b, c – эмпирические коэффициенты, очерчивающие положение кривой относительно оси абсцисс и ширину среднего участка, т. е. активную стадию оседания земной поверхности.

Согласно исследованию производных уравнения (5) на экстремальные значения определены абсциссы L_B, L_C, L_D, L_F характерных точек B_i, C_i, D_i, F_i :

$$\begin{aligned} L_B &= \ln(3,73/b) / -c; \quad L_C = \ln b / c; \\ L_D &= \ln(0,268/b) / -c; \quad L_F = 3,892 - \ln b / c. \end{aligned} \quad (6)$$

Определив их на основании обработки экспериментальных данных оседания земной поверхности, можно рассчитать параметры:

$$H_B^i = L_B \cdot \operatorname{tg} \psi_i; \quad H_C^i = L_C \cdot \operatorname{tg} \psi_i; \quad H_D^i = L_D \cdot \operatorname{tg} \psi_i. \quad (7)$$

Угол ψ_i в данном случае (см. рис. 1)

$$\operatorname{tg} \psi_i = H / L_F. \quad (8)$$

Проведенные исследования позволили на основании разработанной обобщенной модели сдвижения земной поверхности и развития очистных работ на рассматриваемых этапах впервые теоретически обосновать возможные границы зон сдвижения пород с разрывом их сплошности.

Результаты исследований. Достоверность принятых научных положений и гипотез под-

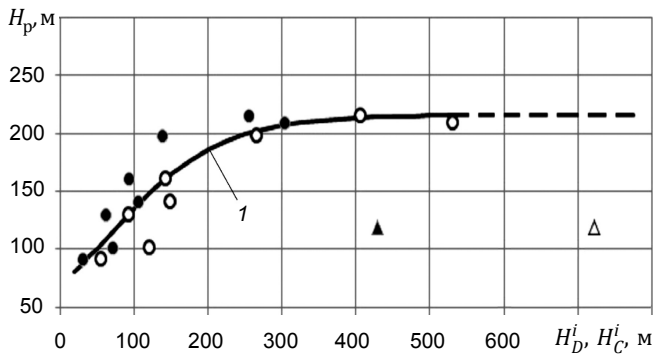


Рис. 3. Зависимость верхней границы сдвижения пород с разрывом сплошности H_p от параметров H_D^i и H_C^i ; \circ и \bullet – значения H_D^i и H_C^i , полученные на основании экспериментальных наблюдений; \blacktriangle , \triangle – данные работы [8]; 1 – осредняющая кривая.

тверждается инженерными расчетами искомым параметров (таблица). Рассматривались также результаты маркшейдерских наблюдений, проведенных многими исследователями более чем за полувековой период на 20 объектах в разных угольных бассейнах [5].

Эти материалы позволили, используя уравнения (1) и (2), рассчитать три варианта параметра H_p^1 после первичной осадки основной кровли и достижения процесса сдвижения земной поверхности. Предварительный анализ показал, что при достаточном развитии очистных работ ($L/H > 1,4$) угол ψ_i со стороны разрезной печи остается постоянным и среднее его значение составляет 55° . Аналогичное значение ψ_i рекомендуется и нормативным документом [6]. Во всех дальнейших расчетах принимали $\psi_i = 55^\circ$.

В первом варианте определения H_p^1 согласно уравнению (1) использовали экспериментальные значения L_1 , во втором варианте при расчете по уравнению (2) – фактические значения глубины ведения работ H и угла ψ_{01}^p со стороны разрезной печи, в третьем варианте в уравнении (2) вместо экспериментально определенных значений ψ_{01}^p – среднее значение $\bar{\psi}_{01}^p$. Согласно данным, приведенным в статье [7], $\bar{\psi}_{01}^p = 84^\circ$.

Количественные значения H_p в одном случае определяли по уравнению (3) с использованием длины лавы L_d , в другом – по уравнению (4) с использованием глубины работ H и экспериментально установленных углов ψ_d^p при удалении очистного забоя на расстоянии L_d .

Параметры H_B^i , H_C^i и H_D^i установлены (см. уравнения (7) и (8) для 10 объектов, где на основании маркшейдерских наблюдений за сдвижением земной поверхности предварительно были рассчитаны эмпирические коэффициенты a , b , c логистического уравнения (5) и углы ψ_i .

Анализ показал, что параметры H_p^1 , определенные с использованием зависимости (1) или (2) и исходных параметров, имеют близкие значения для отдельных объектов. Это подтверждается высокими значениями коэффициентов корреляции ($r = 0,82 \dots 0,87$) между выборками H_p^1 , рассчитанных разными способами. Тесная корреляционная связь наблюдалась и между рядами значений H_p , вычисленных по уравнениям (3) и (4). Коэффициент корреляции составил 0,86.

Приведенные данные свидетельствуют о возможном применении в инженерных расчетах зависимости (1) или (2) для определения зоны сдвижения подработанных пород с разрывом их сплошности после первичной осадки основной кровли (H_p^1). Уравнение (3) или (4) также можно использовать для расчета предельного значения параметра H_p .

Сравнение параметров H_p^1 с H_B^i выявило их примерное равенство: $H_B^i = 0,97 H_p^1$ ($r = 0,65$), что указывает на примерно одинаковое начало развития процессов сдвижения пород при удалении очистного забоя от разрезной печи и после полной подработки земной поверхности над очистным забоем.

Установлена тесная корреляционная нелинейная зависимость H_p с параметрами H_C^i и H_D^i (рис. 3):

$$H_p = 216,1 / [1 + \exp(0,78 - 0,013 H_{D(C)}^i)]. \quad (9)$$

Корреляционное отношение ($R = 0,90$) также свидетельствует о возможном использовании полученной зависимости в инженерных расчетах.

В рассмотренной выборке значений H_C^i и H_D^i исключение составили данные (см. рис. 3), полученные в условиях шахты им. А. Ф. Засядько. Такое отклонение значений H_p от общей закономерности объясняется наличием мощных слоев песчаников и тем, что реперы на земной поверхности находились не в главном сечении мульды сдвижения земной поверхности [8].

Кроме того, отмечено некоторое превышение значений H_C^i и H_D^i параметра H_p , поскольку при определении H_C^i и H_D^i отсутствуют ка-

РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Исходные экспериментальные данные и результаты определения параметров																	
Шахта; пласт; лава	$L_1, \text{м}$	$\psi_{01}^{\text{р}}, \dots^{\circ}$	$H_{\text{р}}^1, \text{м}$ для уравнений			$L_{\text{р}}, \text{м}$	$L_{\text{р}}/H$	$\psi_{\text{р}}^{\text{р}}, \dots^{\circ}$	$H_{\text{р}}^{\text{м}},$ для уравнений	Эмпирические коэффициенты логистического уравнения			$H_{\text{р}}^{\text{м}}$	$H_{\text{с}}^{\text{м}}$	$H_{\text{д}}^{\text{м}}$		
			(1)	(2)	(2), $\psi_{01}^{\text{р}} = 84^{\circ}$					a	b	c					
«Белозерская»	-	-	-	-	63	-	-	-	-	810	4,1	0,016	53	8	117	230	
«Коммунарская» № 22; K_6	-	-	-	-	98	305	0,47	77	218	215	9,3	0,010	49	105	257	408	
«Степная»; C_6	24	87	17	8	16	150	1,42	59	107	91	832	5,8	0,064	50	8	32	57
Аппалачского бассейна (США)	141	82	101	44	33	190	0,86	66	136	140	980	26,0	0,040	53	65	107	151
«Грамотейнская», Сычевский-III (Россия)	-	-	-	-	33	210	0,95	63	150	160	2375	13,0	0,028	46	47	95	144
«Grimberg», Рурский бассейн; 2/3 (Германия)	-	-	-	-	14	330	0,36	81	236	208	1420	5,8	0,010	60	74	305	532
«Сташиц», 352-я (Польша)	-	-	-	-	72	275	0,57	74	197	197	980	4,1	0,020	63	10	139	267
«Степная»; c_6 ; 715-я, 713-я	37	80	26	48	29	290	1,53	59	207	163	-	-	-	-	-	-	-
«Степная»; c_6 ; 606-я	35	79	26	33	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
«Степная»; c_6 ; 604-я	24	83	17	21	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
«Першогравнева»; c_4^1 ; 302-я, 304-я	20	88	14	7	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
«Юбилейная»; c_4^1 ; 605-я, 607-я	58	87	41	19	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
«Юбилейная»; c_4^1 ; 530-я	33	85	24	19	23	206	1,37	59	147	129	915	12,5	0,050	51	30	63	95
Им. А. Ф. Засядько; m_3	-	-	-	-	179	250	0,21	86	179	119	400	7,0	0,006	53	139	430	722
Им. М. В. Фрунзе; k_8	186	85	133	113	135	200	0,22	86	143	90	-	-	-	-	-	-	-
Им. П. Л. Войкова; k_5	173	80	124	174	104	175	0,25	85	125	86	-	-	-	-	-	-	-
«Юбилейная»; c_1 ; 2-я восточная	16	86	11	13	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Им. Г. Г. Капустина; m_3	30	88	21	13	39	150	0,58	74	179	107	-	-	-	-	-	-	-
Им. С. М. Кирова; «Болдыревский» (Россия)	-	-	-	-	31	135	0,66	71	97	101	1300	7,1	0,070	69	23	73	122
ПО «Скуравоуголь»; 9-я (Россия)	15	-	11	-	8	70	1,4	59	50	43	-	-	-	-	-	-	-

кие-либо ограничения по размеру очистных выработок.

Выводы. В процессе удаления очистного забоя от разрезной печи изменяются соотношения между углами, характеризующими максимальное оседание земной поверхности и сдвигание подработанных пород с разрывом их сплошности. После полной подработки земной поверхности углы равны между собой и остаются постоянными при развитии очистных работ.

Разработаны методики, которые позволяют рассчитывать текущие значения углов, определяющих максимальное оседание земной поверхности, координаты точки начала оседания земной поверхности, размеры очистных выработок, при которых процессы сдвига пород достигают земной поверхности.

Установлено примерное равенство расположения верхней границы зоны сдвига пород с разрывом их сплошности после первичной осадки основной кровли H_p^1 и параметра H_B^1 , характеризующего начало активной стадии оседания земной поверхности над очистным забоем.

Разработаны и апробированы методики определения верхней границы зоны сдвига пород с разрывом сплошности после первичной осадки основной кровли и дальнейшем развитии очистных работ.

Верхняя граница зоны сдвига пород с разрывом их сплошности формируется в период активной стадии оседания земной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаренко В. А. Закономерности развития максимальных оседаний и наклонов поверхности в мульде сдвига / В. А. Назаренко, Н. В. Йощенко. – Днепропетровск: НГУ, 2011. – 91 с.
2. Лобков М. І. Розвиток наукових основ прогнозу обвалення порід покрівлі при вийманні лавою пологого пласта: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора технічних наук: спец. 05.15.02 «Підземна розробка родовищ корисних копалин» / М. І. Лобков. – Донецьк, 2012. – 36 с.
3. Гавриленко Ю. Н. Прогнозирование сдвижений земной поверхности во времени / Ю. Н. Гавриленко // Уголь Украины. – 2011. – № 6. – С. 45–49.
4. Чепурная Л. А. Прогнозирование зон активного газовыделения из подрабатываемых пород и угольных пластов / Л. А. Чепурная, Н. И. Антощенко // Уголь Украины. – 2015. – № 3–4. – С. 51–54.
5. Филатьев М. В. Сдвигание земной поверхности при отработке угольных пластов / М. В. Филатьев, Н. И. Антощенко, С. В. Пыжов // Уголь Украины. – 2015. – № 5. – С. 12–16.
6. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001–2003. – Офіц. вид. – К.: Мін-во палива та енергетики України, 2004. – 128 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
7. Филатьев М. В. Влияние глубины ведения очистных работ на сдвигание земной поверхности / М. В. Филатьев, Н. И. Антощенко, С. В. Пыжов // 36. наук. праць Донбаського ДТУ. – Лисичанськ, 2015. – С. 29–34.
8. Гавриленко Ю. Н. Динамика оседаний земной поверхности при большой глубине разработки и высокой скорости подвигания забоя / Ю. Н. Гавриленко, Н. М. Папазов, Т. В. Морозова // Проблеми гірського тиску. – 2000. – № 4. – С. 108–119.

ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Год 1975

В журнале № 6 в рубрике «Новинки горной техники» сообщается, что на шахте № 1 «Червоноградская» комбината Укрзападуголь разработан и внедрен гидравлический комплекс для механизации трудоемкого процесса замены аккумуляторных батарей шахтных электровозов без реконструкции (расширения) гаража. Комплекс состоит из маслостанции, гидропередвижчика ГП-1ум, высоконапорного металлического трубопровода, гидродомкратов, высокороторных шлангов и гидрораспределителей типа ЭРА. Каждый зарядный стол гаража оборудован ползуном из швеллерной балки № 14 и гидродомкратом с захватом для соединения с проушинами корпуса аккумуляторной батареи. Замена аккумуляторной батареи производится в два приема (разгрузка подлежащей зарядке батареи и погрузка на электровоз заряженной батареи) за 10 мин. Возможна одновременная замена батарей нескольких электровозов.