

КОДУНОВ Б.А., НОСАЧ А.К., ЖИМЧИЧА И.М. (КИИ ДонНТУ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗОНЫ ПОЛНЫХ СДВИЖЕНИЙ В ПОДРАБОТАННОМ МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД

Розглядаються форма і закономірності утворення зони повних зрушень з метою вибору місця розташування виробок в раніше підробленому масиві гірських порід.

Зона полных сдвижений в принятой терминологии и классификации зон сдвижений при подземной разработке находится в подработанной части горного массива и располагается непосредственно над выработанным пространством выше зоны обрушения. Её границы со стороны выработанного пространства определяются в соответствии с принятыми представлениями и действующими нормативными документами углами полных сдвижений [1]. Данные углы образуются между плоскостью обрабатываемого пласта и линиями, соединяющими границы плоского дна мульды сдвижения с границами выработки (лавы) – нижней, верхней, по простиранию. Характерной особенностью зоны полных сдвижений является параллельное перемещение слоев горных пород на величину полного оседания, то есть в этой зоне происходит полная подработка массива горных пород. При этом горизонтальные и вертикальные деформации пород отсутствуют. Поэтому данную зону можно также назвать зоной отсутствия деформаций. К ней примыкают зоны вертикальных растяжений (горизонтальных сжатий) и опорного давления (вертикальных сжатий или горизонтальных растяжений). При планировании горных работ может возникнуть задача проведения горных выработок в подработанном массиве горных пород. От правильного выбора места расположения горной выработки будут зависеть условия её эксплуатации. Наиболее приемлемым является расположение горных выработок в зоне, где отсутствуют деформации горных пород, то есть в зоне полных сдвижений. В связи с этим определение границ данной зоны является актуальной задачей.

Согласно отраслевому стандарту Украины [1] углы полных сдвижений в главных сечениях мульды сдвижения для условий Донбасса равны:

у нижней границы выработки $\psi_1=55^0$;

у верхней границы выработки $\psi_2=55^0 + 0,3\alpha$;

у границы выработки по простиранию $\psi_3=55^0$,

где α - угол падения пласта, градус.

Зона полных сдвижений, построенная по указанным углам на разрезах вкрест простирания и по простиранию ограничивается прямыми линиями и имеет вид треугольника или четырехугольника. Однако опыт ве-

дения горных работ, эксперименты на моделях из эквивалентных материалов [2], теоретические исследования, математическое моделирование [3] показывают, что форма зоны полных сдвижений имеет сложный вид и ограничивается криволинейной поверхностью, с вогнутостью в сторону выработанного пространства. Также необходимо отметить, что большинство исследователей сходятся во мнении, что зоны влияния выработанного пространства, построенные по углам сдвижения, не соответствуют их фактической форме, так как линии, проведенные по данным углам, являются условными границами, соединяющими определенную точку выработанного пространства с характерной точкой на земной поверхности или в массиве горных пород. К сожалению, существующие методики прогнозирования сдвижений и деформаций горных пород и земной поверхности данное обстоятельство не учитывают. То есть предполагается, что границы области сдвижений определяются прямыми линиями, проведенными под соответствующими углами независимо от глубины разработки.

Таким образом, для правильного построения зоны полных сдвижений необходимо определить вид поверхности, ограничивающей данную зону. Рассмотрим плоскую модель, соответствующую разрезу в главном сечении мульды сдвижения по простиранию пласта. В работе [2] приведены результаты моделирования процесса образования зоны полных сдвижений массива горных пород на моделях из эквивалентных материалов. На рисунке 1 показаны данные эксперимента и аппроксимирующая кривая, описываемая уравнением параболы

$$H = 0,037L^2 - 1,357L + 13,561, \quad (1)$$

где L – горизонтальное расстояние от границы лавы до границы плоского дна мульды сдвижения, м;

H – вертикальное расстояние от кровли пласта до соответствующего горизонта, м.

Уравнение (1) соответствует прочности горных пород $\sigma_{ссм} = 15$ МПа. Кроме того, из данных физического моделирования [2] следует, что кривая, ограничивающая область полных сдвижений выполаживается при увеличении крепости горных пород, то есть коэффициент при H^2 уменьшается. Данный факт хорошо согласуется с исследованиями автора [3] и соответствует схеме сдвижения горных пород, когда горный массив представляется в виде блочной структуры. С увеличением прочности пород увеличивается размер структурных блоков (на исходном уровне - шаг обрушения основной кровли) и соответственно увеличивается радиус кривизны области влияния выработанного пространства. Ранее выполненными исследованиями [3] установлено, что уравнение области влияния выработанного пространства имеет вид параболы и описывается уравнением

$$H = L^2/2p, \quad (3)$$

где p – комплексный показатель сдвигаемости горных пород, м.

Значение p для конкретных горногеологических условий определяется по данным практики, а усредненное значение может быть определено по формуле

$$p = 3l_{uv} \quad (4)$$

где l_{uv} – шаг обрушения основной кровли, м.

На рисунке 1 изображена кривая области влияния выработанного пространства $H = 0,01L^2$, построенная для характерных условий Донбасса ($\sigma_{сж}$ до 20 - 30 МПа, $l_{uv} = 17\text{м}$).

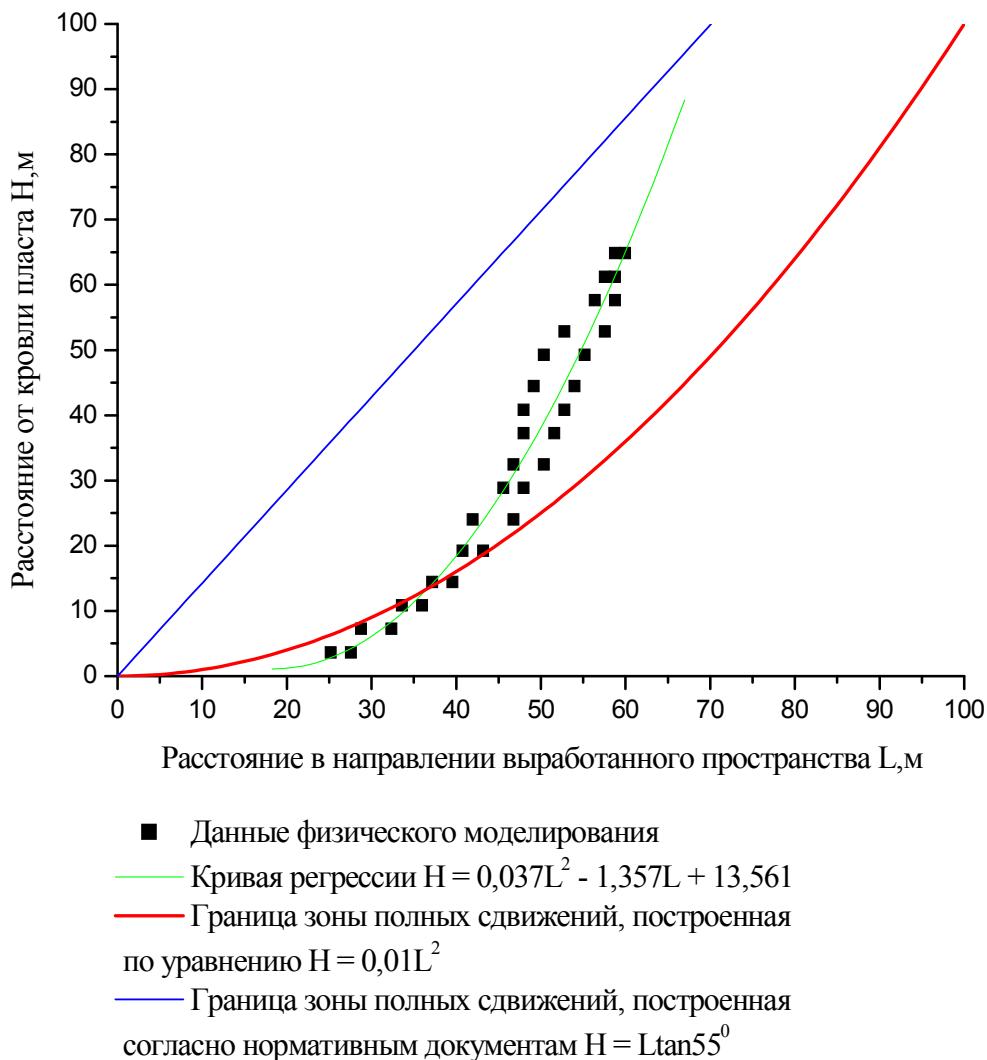


Рис.1. Границы зоны полных сдвижений.

Необходимо также отметить, что методика рационального заложения подготовительных выработок в подработанном массиве, разработанная ВНИМИ [4], должна использоваться с большой осторожностью, так как для определённых условий может давать неверные результаты (рис.2). Согласно данной методике выработки в подработанном массиве должны располагаться на расстоянии (высоте) не менее двенадцатикратной мощности подрабатываемого пласта, а расстояние от перпендикуляра, проведенного через границу подрабатываемой выработки складывается из указанной высоты и удвоенного шага обрушения основной кровли.

На рисунке 2 показаны три варианта расположения горных выработок в подработанном массиве горных пород.

1 – выработка расположена в зоне полных сдвижений (отсутствия деформаций), построенной согласно рекомендациям данной статьи.

2 – выработка расположена согласно методике ВНИМИ для условий: высота расположения над отработанным пластом 200м (в любом случае больше двенадцатикратной мощности пласта), шаг обрушения основной кровли 17м, то есть выработка смещена от края лавы на 234м. В этом случае выработка будет находиться в зоне изгиба горных пород и подвергаться деформациям горизонтальных сжатий и вертикальных растяжений.

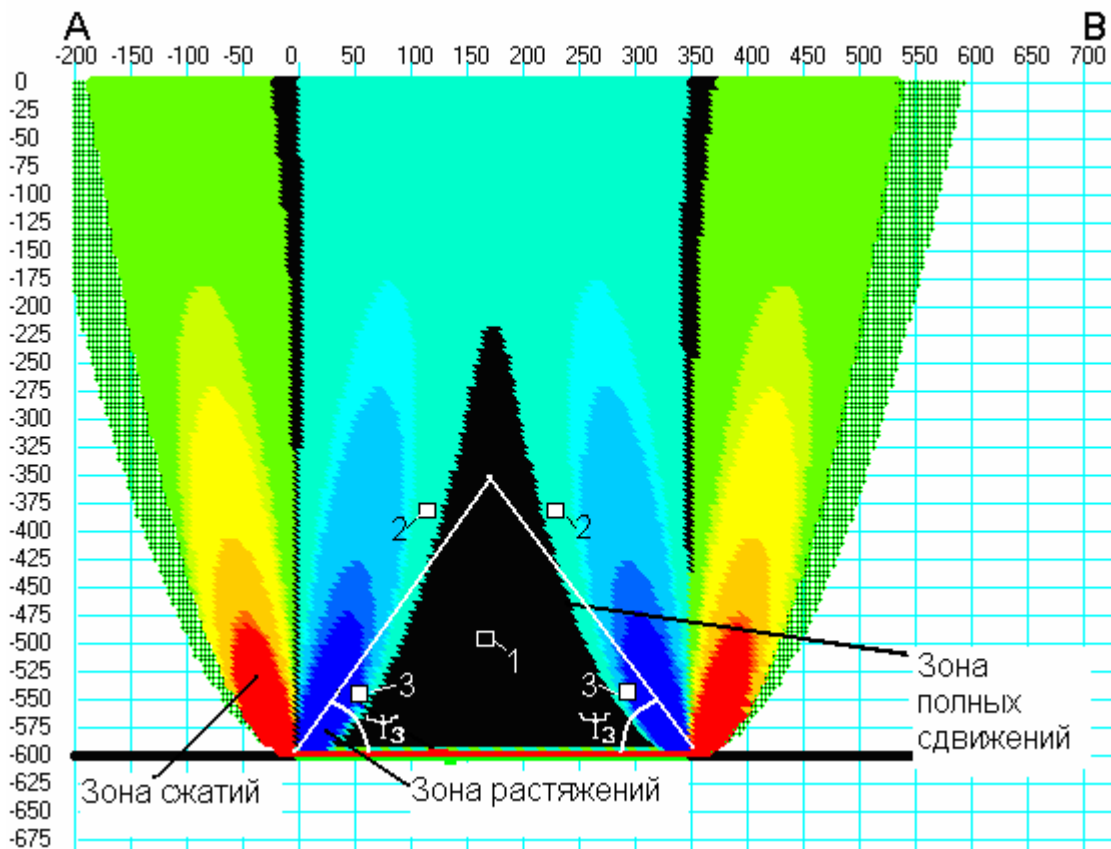


Рис. 2. Математическое моделирование формы зоны полных сдвижений в подработанном массиве горных пород.

3 – выработка расположена в зоне, построенной по углам полных сдвижений. В данном варианте, с учетом её расположения на небольшом удалении от отработанного пласта, на выработку будут действовать повышенные напряжения, вызванные горизонтальными сжатиями и вертикальными растяжениями.

По результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

- зона полных сдвижений в подработанном массиве горных пород представляет собой сложное геометрическое тело, которое на разрезах вкрест простирания и по простиранию пласта может быть аппроксимировано параболической поверхностью, с вогнутостью в сторону выработанного пространства;

- параметры параболической поверхности, ограничивающей зону полных сдвижений зависят от степени деления породного массива на блоки, что в свою очередь связано с крепостью горных пород и величиной шага обрушения основной кровли отработываемого пласта;

- при выборе места расположения выработок в подработанном массиве горных пород необходимо учитывать форму зоны полных сдвижений, принимая во внимание, что на её границах, особенно на небольшом удалении от пласта имеют место повышенные напряжения, связанные с деформациями растяжения и сжатия;

- предлагаемый метод позволяет обоснованно производить выбор места расположения выработок в подработанном массиве горных пород.

Библиографический список:

1. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом.- Донецк: УкрНИМИ, 2004.- 127с.
2. А.Я.Мамонтов, А.С.Ведяшкин, Я.Я.Мамонтов. Расчет рационального места заложения подготовительных выработок в пластах при малой кратности их подработки // Уголь.-1991.-№6.-С.58-59.
3. Б.А.Кодунов. Метод прогнозирования сдвижений горных пород и земной поверхности при подземной разработке угольных месторождений // Уголь.- 1991.- №2.-С.54-56.
4. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР.- Л: ВНИМИ, 1986.- 220 с.