

УДК 622.83

Н.Н. Касьян, д-р техн. наук, проф.

С.Г. Негрей, инж.

И.Г. Сахно, инж.

Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

О ВЛИЯНИИ МЕХАНИЧЕСКОГО ОТПОРА ВЫДАВЛИВАНИЮ ПОРОД ПОЧВЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ИХ СМЕЩЕНИЯ

В результате моделирования на структурных моделях установлена зависимость влияния механического отпора выдавливанию пород почвы горных выработок на их смещения при применении его вслед за проведением подрывки пород почвы.

Анализ работы глубоких шахт Украинского Донбасса в условиях слабых вмещающих пород показывает, что значительная часть подготовительных выработок находится в неудовлетворительном состоянии во многом из-за интенсивного пучения пород почвы [1].

Пучение почвы является одним из наиболее распространенных видов проявления горного давления. Устойчивость почвы горных выработок зависит от большого числа факторов, важнейшими из которых являются пределы прочности пород на растяжение, сжатие и сдвиг, а также гранулометрический состав, плотность, пористость, размокаемость и др. [2].

Считается, что пучение происходит в результате пластических деформаций пород почвы, выдавливаемых в полость подготовительной выработки под действием горного давления, вследствие увеличения объема пород при увлажнении (набухании) [2, 3, 4].

В некоторых случаях породы ведут себя как плиты из упруго-хрупкого материала, подверженного влиянию боковых нагрузок со стороны зон опорного давления под целиками [1, 5, 6]. Некоторые исследователи указывают на то, что процесс пучения почвы горных выработок аналогичен явлению выпирания сыпучего материала основания из-под штампов [7].

Все эти представления о механических процессах в почве горных выработок правомерны, так как авторы рассматривают процесс пучения пород почвы для определенных горно-геологических и горнотехнических условий и их представления дифференцируются в зависимости от состояния материала почвы выработок. Многие исследователи дают оценку этого явления в целом, несмотря на то, что механизмы пучения пород почвы в тех или иных условиях разнятся.

Характер смещений пород почвы одной и той же выработки на разных этапах ее существования также различен. В результате проведения выработки нарушается естественное напряженное состояние пород. Вследствие перераспределения напряжений в массиве, окружающем выработку, происходит разрушение пород вокруг нее. Разрушение сопровождается увеличением пород в объеме и перемещением их в полость выработки, в частности поднятием пород почвы. В дальнейшем происходит увеличение зоны разрушенных пород и, как следствие, пучение почвы до тех пор, пока силы от веса и трения пород в пределах этой зоны не уравновесят силы, действующие по ее контуру.

Последующее нарушение равновесного состояния (влияние очистных работ, проведение перекреплений выработки и подрывок) ведет к интенсификации смещений по контуру выработки, что в большей мере проявляется в почве. Скорость смещений пород почвы после проведения подрывки на порядок выше скоростей, зафиксированных непосредственно перед ней [8].

Интенсификация смещений почвы выработки вызвана снятием отпора, который возникает от трения и веса выдавленных пород. Сохранение равновесия пород вокруг выработки после проведения подрывки, по нашему мнению, возможно за счет создания по поверхности почвы механического отпора выдавливанию пород малозатратными и технологичными в реализации средствами, причем величина отпора может быть сравнительно небольшой по сравнению с силами, действующими в пределах зоны разрушенных пород и на ее контуре.

Поэтому необходимо исследовать степень влияния величины механического отпора на смещения пород почвы выработки в условиях дискретной распорной (сыпучей) среды.

Нами были проведены лабораторные исследования на структурных моделях с целью экспериментальной проверки влияния механического отпора выдавливанию пород почвы горных выработок на величину поднятия почвы.

Модель (рис.1) с масштабом моделирования 1:30, представляла собой сварную металлическую конструкцию (1) со швеллера [60 размерами 0,72×0,52м, к которой крепились задняя (2) и прозрачная передняя (3) стенки. Внутри конструкции размещался макет выработки арочного сечения (4) размерами 0,1×0,15 м, а также металлическая полоса (5), выгнутая в виде круга, шириной равной толщине модели. Эта полоса устанавливалась как ограничитель, определяющий границу зоны разрушенных пород вокруг выработки. Выработка и ограничитель жестко крепились к каркасу и задней стенке модели. По периметру ограничителя, для имитации геостатических сил, устанавливалась пневмокамера (6). В рабочую полость модели помещался объем породы (7) с размером фракции 0,003-0,01м. На почве выработки для обеспечения равномерной пригрузки по ее поверхности размещалась деревянная пластина (8), на которую устанавливался груз (9).

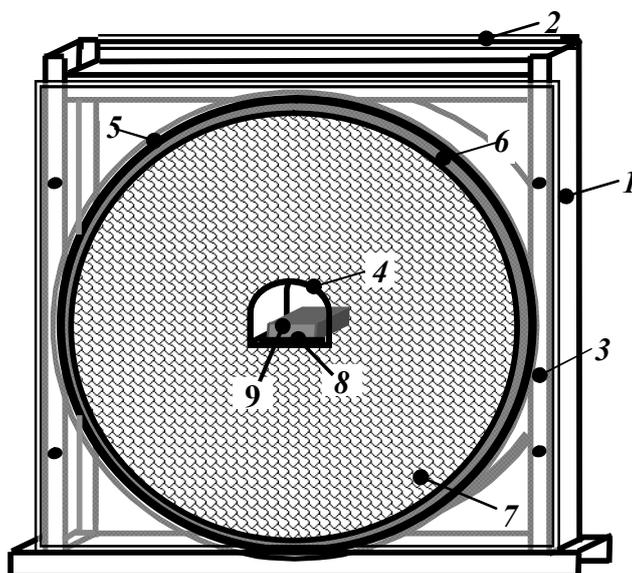


Рисунок 1 – Общий вид модели

Было отработано несколько моделей при различных величинах пригрузки по почве выработки, давление от которой по поверхности почвы составляло 0, 0,20, 0,39 и 0,65 кПа.

Отработка каждой модели производилась поэтапно (с постепенным увеличением пригрузки по периметру зоны разрушенных пород, давление от которой изменялось от 0 до 235,4 кПа) с фиксацией величины смещения пород почвы после каждого этапа.

В результате отработки моделей при различных величинах пригрузки по периметру зоны разрушенных пород нами была получена количественная зависимость величины выдавливания разрушенных пород почвы в полость выработки от величины механического отпора этому процессу. Полученная зависимость представлена на рисунке 2. По оси абсцисс приведена доля величины механического отпора $P_{омн.}$ от общей величины пригрузки по контуру зоны разрушенных пород P_k , а по оси ординат – доля смещений контура почвы выработки U от ее высоты h .

Из полученной зависимости следует, что чем больше будет величина механического отпора по поверхности почвы выработки, тем меньше породы будет выдавливаться в ее полость, причем величина механического отпора на три порядка меньше сил, действующих по периметру ЗРП. При допустимых величинах смещений почвы для выработок с рельсовым и монорельсовым транспортом, которые составляют соответственно $U_{дон.} = 0,25$ и $0,5$ м (около $0,1 \div 0,15h$), величина распределенной пригрузки по почве выработки должна составлять около $0,0015$ и $0,0008P_k$.

Таким образом, при глубине расположения выработки $H=500\text{м}$ и $P_k=\gamma H$ ($P_k=12,3\text{ МПа}$) необходимая величина отпора $P_{omn.}$ составит $9,8\text{ кПа}$ при допустимых смещениях равных 500 мм , что подтверждает наше предположение о возможности сравнительно небольшими усилиями предотвратить выдавливание пород почвы, которое является следствием нарушения подрывкой равновесного состояния пород вокруг выработки.

На основании проведенных исследований подтверждена возможность предотвращения выдавливания пород почвы применением по почве выработки распределенной пригрузки, величина которой в несколько раз ниже усилий участвующих в перемещении пород в полость выработки.

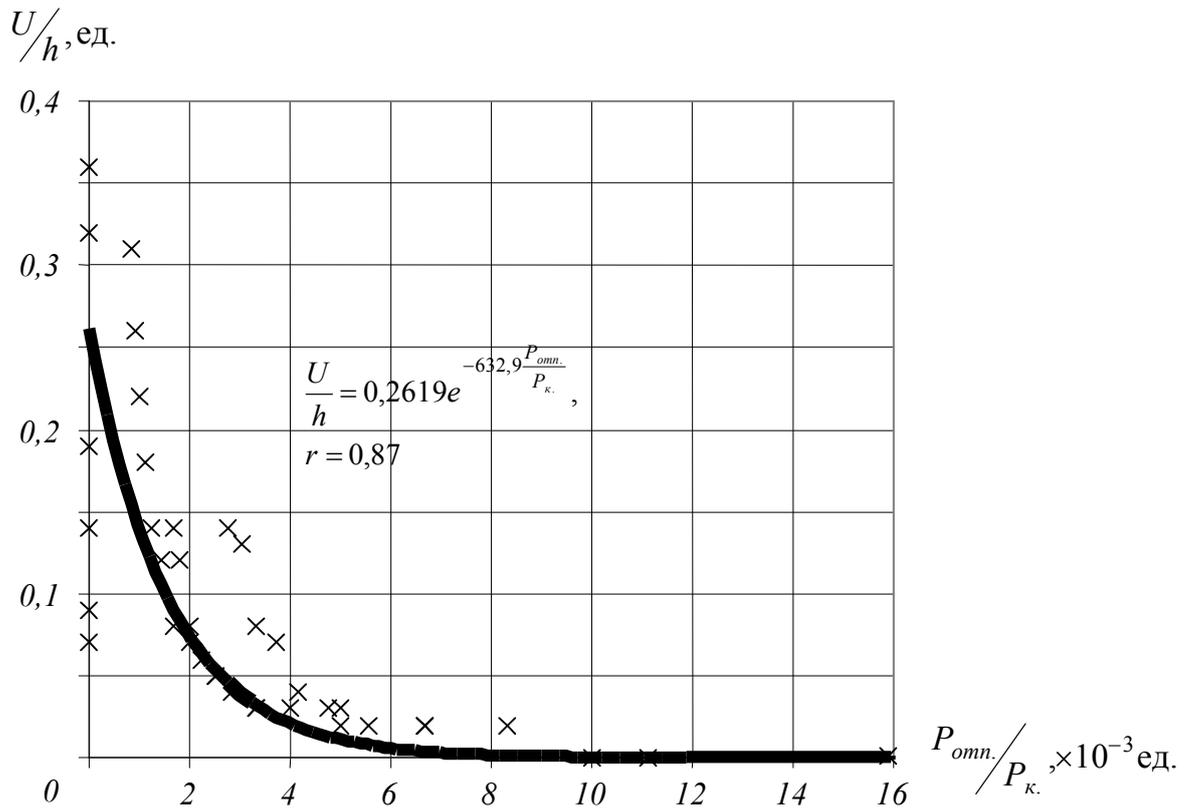


Рисунок 2 – График зависимости U/h от $P_{omn.}/P_k$ (где U – величина смещений контура почвы выработки; h – высота выработки; $P_{omn.}$ – величина механического отпора выдавливанию пород; P_k – величина пригрузки по контуру зоны разрушенных пород), полученный по результатам моделирования

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Роечко А.Н. Новый подход к исследованию явления пучения пород для обоснования мер борьбы с ним // Уголь Украины. – 1997. №2-3.- С. 20-22.
2. Черняк И.Л. Предотвращение пучения почвы горных выработок. М.: «Недра», 1978.- 237с.
3. Шейхет М.Н. Давление пучащих пород на крепь подземных выработок. – М.: Углетехиздат, 1955. – 126 с.
4. Белаенко Ф.А., Глушко В.Т. Исследование пучения горных пород в капитальных и подготовительных выработках на шахтах Донбасса // Труды Украинского научно-исследовательского института организации и механизации шахтного строительства. - Вып. XI. – М.: Госгортехиздат. – 1960. – С. 117-138.
5. Западинский Л.А. Проявление пучения горных пород в выработках и методы борьбы с ним // Уголь. - 1975. - № 5.- С.36-37.

6. Шмиголь А.В., Кириченко В.Я., Бучатский С.М., Рева В.Н. Шахтные исследования характера разрушения слабых пород на шахтах Западного Донбасса // Шахтное строительство. – 1987. - №5. - С. 11-12.
7. Цимбаревич П.М. Рудничное крепление. - М.-Х.: Углетехиздат. – 1951. - 607 с.
8. Зубов В.П., Чернышков Л.Н., Лазченко К.Н. Влияние подрывок на пучение пород в подготовительных выработках // Уголь Украины. – 1985. – №7. – С. 15-16.