

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПОСОБА МЕХАНИЧЕСКОГО ОТПОРА ПОРОДАМ ПОЧВЫ ВЫЕМОЧНОЙ ВЫРАБОТКИ

На основании комплексных исследований установлена область применения способов предотвращения пучения пород почвы, основанных на механическом отпоре.

Одной из основных проблем угольных шахт является безремонтное поддержание выемочных выработок. Потеря устойчивости контура таких выработок в 70% случаев вызвана пучением пород почвы выработки, представляющим собой сложный процесс, обусловленный целым рядом факторов и протекающий по-разному в различных горно-геологических и горнотехнических условиях и на разных этапах существования выработки.

К настоящему времени разработан широкий спектр способов практически для всех условий [1]. Но их отличие не только в формах практической реализации, но и в формах затратности и сложности технической реализации.

Основным способом предотвращения последствий пучения пород почвы является проведение подрывки. Но, как показывает практика, подрывка приводит к увеличению интенсивности процесса деформирования пород на контуре выработок [2]. Это свидетельствует о том, что вмешательство в естественный процесс смещений пород почвы за счет их подрывки приводит к нарушению установившегося в массиве равновесного состояния и активизации протекающих геомеханических процессов.

Решением рассматриваемой проблемы может быть создание силового воздействия на почву выработок – применение способа механического отпора породам почвы. Это подтверждается результатами испытаний этого способа в условиях конвейерного штрека 7-ой восточной лавы пласта I₈ шахты «Лидиевка» ГП «ДУЭК».

При отпоре с величиной 0,018 МПа после проведения подрывки суммарные смещения почвы были на 77 % меньше, чем на участке, где мероприятий не применялось (рис. 1) [3].

Также эффективность способа подтверждается результатами опытно-промышленной проверки, проведенной в условиях подготовительных выработок шахты «Южнодонбасская» №3 [4]. Применение механического отпора величиной 0,03 МПа в зоне временного опорного давления перед лавой позволило уменьшить выдавливание почвы выработки на 57% (рис. 2).

Вышесказанное указывает на то, что применение способа в условиях, когда вокруг выработки сформировалась зона разрушенных пород, позволяет уменьшить последующее пучение почвы в 2 и более раза.

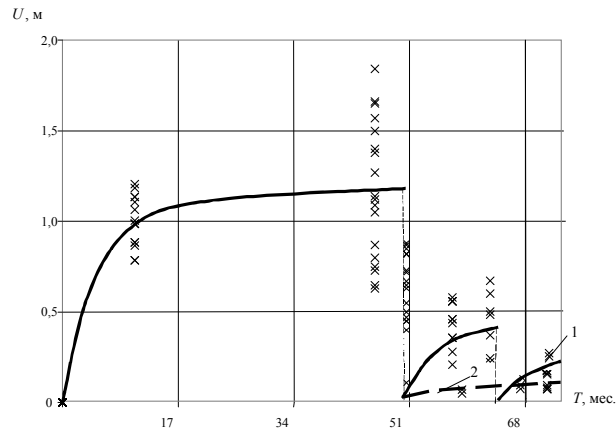


Рисунок 1– График зависимости смещений пород почвы выработки U от времени T на участках без применения (1) и с применением (2) средств механического отпора породам почвы

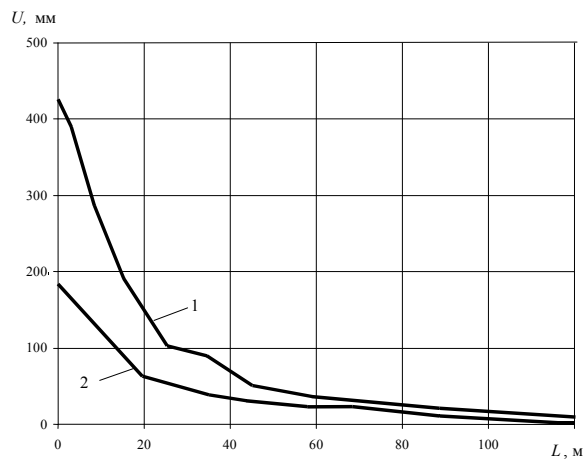


Рисунок 2– Графики зависимостей смещений пород почвы выработки $U_{П}$ от расстояния между наблюдательными станциями и очистным забоем L на участках без применения (1) и с применением (2) средств механического отпора выдавливанию пород почвы горных выработок

Возможность применения указанного способа при проведении выработки (в упругой среде) была исследована при помощи математического моделирования методом конечных элементов, с использованием прикладного пакета ANSYS. Моделировалась выработка прямоугольной формы шириной 5 м и высотой 4 м, проведенная в массиве горных пород, представленных песчанистым сланцем с пределом прочности на одноосное сжатие 50 МПа, расположенная на глубине 400 м. Задача решалась в объемной постановке. При моделировании были соблюдены критерии подобия и граничные условия. Для имитации механического отпора по почве выработки прилагалась распределенная нагрузка от 0,001 до 10 МПа.

Результаты моделирования позволили получить картины распределения вертикальных напряжений при различных его значениях (рис.3), а также зависимость величины смещений пород почвы от величины отпора (рис 4).

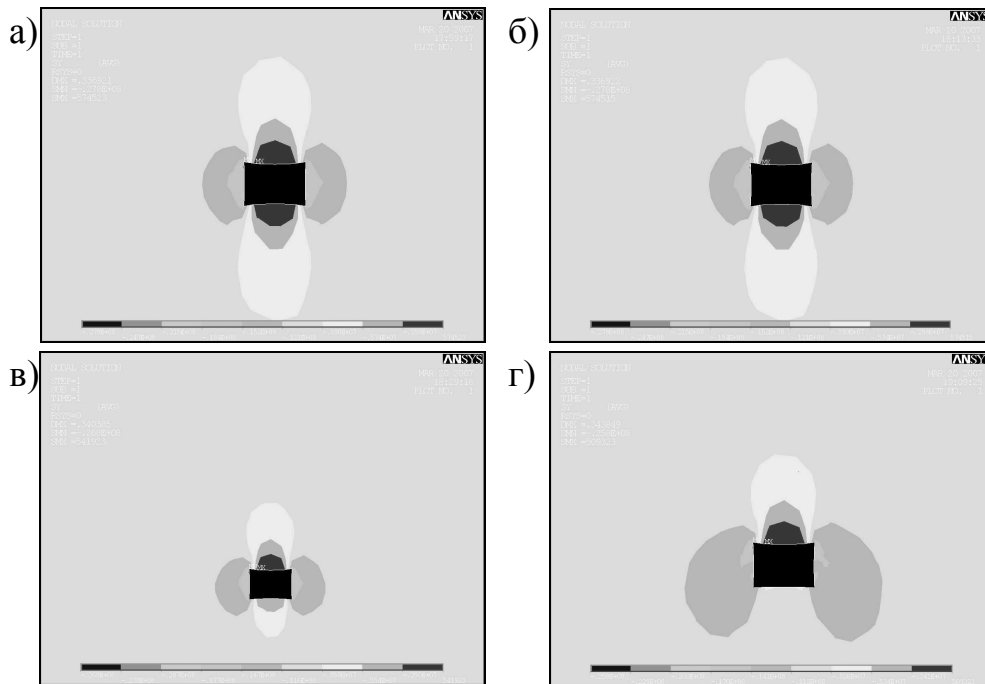


Рисунок 3 – Распределение вертикальных напряжений вокруг выработки при величине механического отпора: а – 0МПа, б – 0,4МПа, в – 4МПа, г – 8МПа

Из рисунка 3 следует, что уменьшение величины растягивающих напряжений в почве выработки начинается при величине силового воздействия на почву выработки на порядок меньше, чем напряжения в массиве вне зоны влияния выработки. При этом эффективность способа составляет не более 1% (рис. 4). Для предотвращения поднятия почвы необходимо обеспечить отпор равный по величине γH , что физически невозможно. Существующие на сегодняшний день способы предотвращения пучения, основанные на механическом отпоре, обеспечивают отпор до 0,1МПа. Из рисунка 4 следует, что при таком силовом воздействии эффективность их применения будет невысокая.

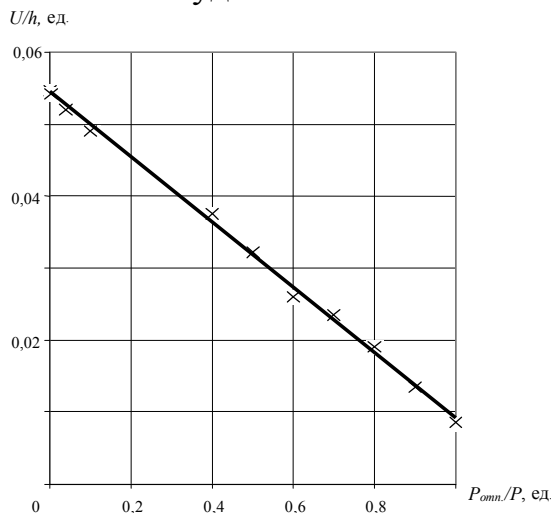


Рисунок 4 – График зависимости U/h от $P_{omn.}/P$ (где U – величина смещений контура почвы выработки; h – высота выработки; $P_{omn.}$ – величина отпора выдавливанию пород; P – величина пригрузки), полученный по результатам математического моделирования на ANSYS

Таким образом, применение средств механического отпора на стадии проведения выработки, в отличие от стадии ее эксплуатации, не целесообразно.

Чтобы количественно оценить эффективность применения механического отпора на стадии эксплуатации, когда почва представлена дискретизированными породами, были проведены лабораторных исследований на структурных моделях [5]. По результатам проведенного моделирования было установлено, что с увеличением отпора, прикладываемого к почве выработки, уменьшается величина ее смещений, причем значение механического отпора на три порядка меньше сил, действующих по периметру зоны разрушенных пород (рис. 5).

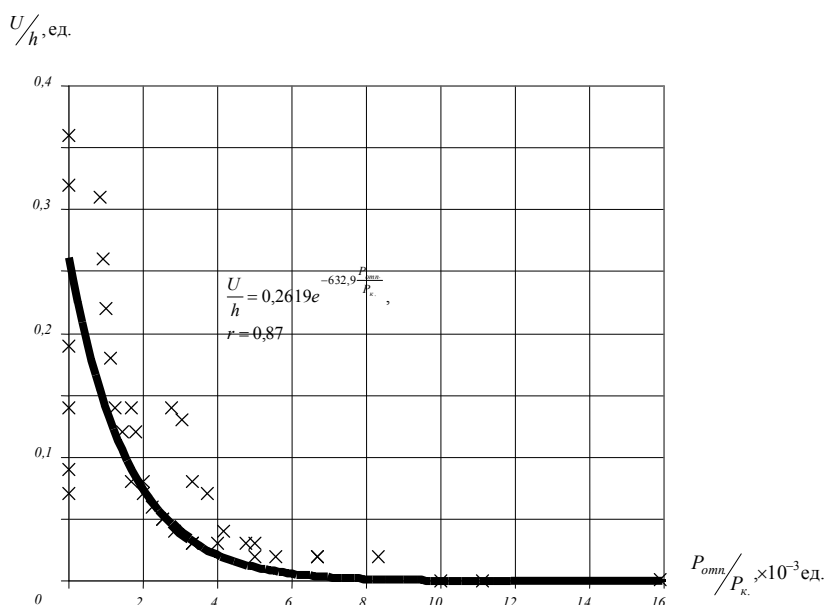


Рисунок 5 – График зависимости U/h от $P_{омн.}/P_{к.}$ (где U – величина смещений контура почвы выработки; h – высота выработки; $P_{омн.}$ – величина механического отпора выдавливанию пород; $P_{к.}$ – величина пригрузки по контуру зоны разрушенных пород), полученный по результатам структурного моделирования

Таким образом, проведенные комплексные исследования позволяют сделать вывод о том, что область применения способов предотвращения пучения, основанным на механическом отпоре породам почвы, являются горные выработки на стадии их эксплуатации, когда вокруг них образовалась зона разрушенных пород. Это объясняется тем, что при создании механического отпора породам почвы изменяются их физико-механические свойства (угол внутреннего трения, коэффициент разрыхления), что позволяет максимально использовать несущую способность вмещающего выработку массива.

Библиографический список

1. Литвинский Г.Г., Бабиюк Г.В., Быков А.В. Эффективные способы предотвращения пучения пород в шахтах // ЦНИЭИуголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР.– М., 1985.– 48 с.
2. Зубов В.П., Чернышков Л.Н., Лазченко К.Н. Влияние подрывок на пучение пород в подготовительных выработках // Уголь Украины. – 1985. – №7. – С. 15-16.
3. Негрей С.Г. Результаты испытаний способа предотвращения повторного пучения пород почвы горной выработки // Проблемы подземного строительства и направления развития тампонажа и закрепления горных пород: Материалы научно-практической конференции.– Луганск: Изд-во Восточнoукраинского национального университета им. В.Даля.– 2006.– С.202-206.
4. Соловьев Г.И., Негрей С.Г., Кублицкий Е.В. Опытнo-промышленная проверка способа локализации выдавливания пород почвы // Геотехнологии на рубеже XXI века.– Донецк: ДУНПГО.– Т.1.– 2001.– С.63-68.
5. Касьян Н.Н., Негрей С.Г., Сахно И.Г. О влиянии механического отпора выдавливанию пород почвы горных выработок на их смещения // Разработка рудных месторождений. – 2004.– Вып. 87. – С. 28-29.

© Касьян Н.Н., Негрей С.Г., Сахно И.Г.

Відомості про авторів.

Прізвище, і'мя, по-батькові	<u>Касьян Микола Миколайович</u>
Місце роботи	<u>Кафедра розробки родовищ корисних копалин Державного вищого навчального закладу "Донецький національний технічний університет.</u>
Посада	<u>Завідувач кафедри</u>
Науковий ступінь,вчене звання	<u>доктор технічних наук, професор</u>
Поштова адреса	<u>83000, м.Донецьк, вул. Артема, 58</u>
Телефон	<u>8-062-301-09-29</u>
E-mail	<u>rpm@dgtu.donetsk.ua</u>
Прізвище, і'мя, по-батькові	<u>Негрій Сергій Григорович</u>
Місце роботи	<u>Кафедра управління виробництвом Державного вищого навчального закладу "Донецький національний технічний університет.</u>
Посада	<u>Асистент</u>
Науковий ступінь,вчене звання	<u>інженер</u>
Поштова адреса	<u>83000, м.Донецьк, вул. Артема, 58</u>
Телефон	<u>8-062-301-09-27</u>
E-mail	<u>snegrey@ukr.net</u>
Прізвище, і'мя, по-батькові	<u>Сахно Іван Георгійович</u>
Місце роботи	<u>Кафедра розробки родовищ корисних копалин Державного вищого навчального закладу "Донецький національний технічний університет.</u>
Посада	<u>Асистент</u>
Науковий ступінь,вчене звання	<u>інженер</u>
Поштова адреса	<u>83000, м.Донецьк, вул. Артема, 58</u>
Телефон	<u>8-062-301-09-40</u>
E-mail	<u>sahno_i@mail.ru</u>