

*к.т.н. Скленович К.З.,
Пронь П.А.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАСПОРА НА НАПРЯЖЕННО – ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

Досліджені напруження, підняття підшоши підготовчої виробки під впливом горизонтальної відсічі при вирішенні задач МСЕ.

***Ключові слова:** підшоша виробки, напруження, підняття підшоши, МСЕ.*

Исследованы напряжения, поднятия почвы подготовительной выработки под влиянием горизонтального отпора при решении задач МКЭ.

***Ключевые слова:** почва выработки, напряжения, поднятия почвы, МКЭ.*

Пучение почвы в подготовительных выработках значительно осложняет обеспечение их устойчивости, особенно на большой глубине, и является сложным процессом движения массива внутрь выработки. Выделяют два основных вида пучения: обусловленное выдавливанием породы из-под «штампа»; в результате перераспределения напряжений в массиве пород. При этом образуются складки в почве в результате пластических деформаций сжатия [1], продольно-поперечного изгиба [2], разрушения, разрыхления [3], вытеснения породы в выработку силами бокового распора второго порядка, т.е. направленных в сторону выработки в результате действия горизонтальных напряжений [4].

Цель работы – исследовать влияние горизонтального отпора в почве подготовительной выработки на ее напряженно-деформированное состояние.

Горизонтальный отпор создается механическим воздействием на породы в противоположном направлении боковому распору из полостей в почве выработки (скважины, щели), а напряженно-деформированное состояние почвы исследуется на моделях методом конечных элементов.

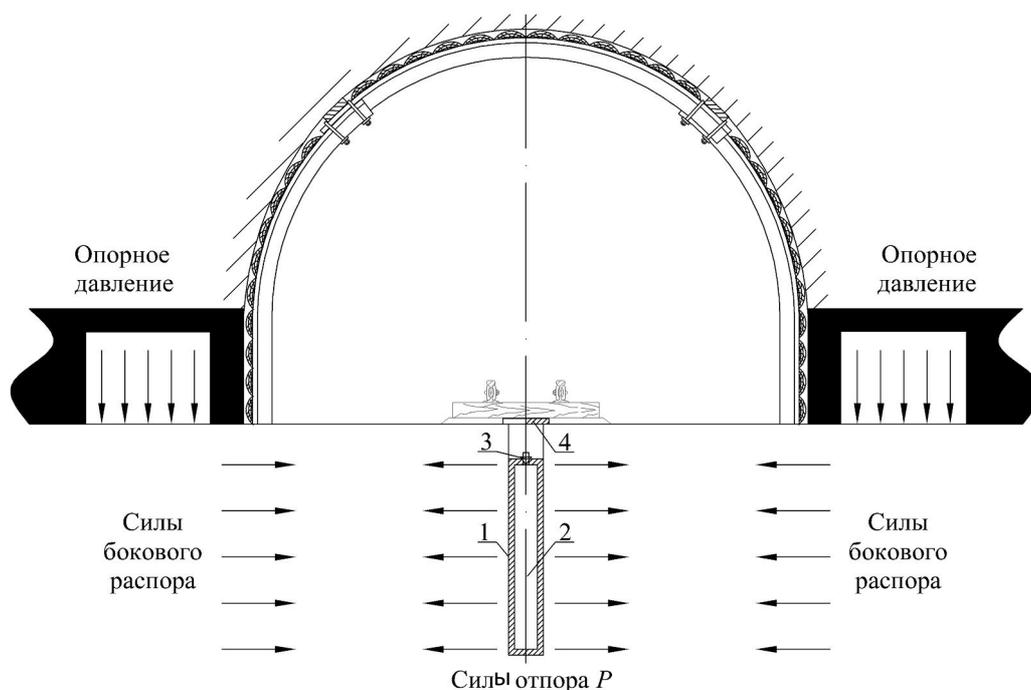
Задачи решены для следующих горно-геологических условий отработки пласта: мощность 1,25 м, в кровле – аргиллит мощностью 5,75 м, прочностью 30 МПа, выше известняк мощностью 2,5 м, прочностью 98 МПа. В почве расположен аргиллит мощностью 0,75 м, прочностью

на сжатие 60 МПа, ниже которого алевролит мощностью 1,4 м, прочностью 50 МПа, а затем песчаник мощностью 5 м и прочностью 80 МПа. Угол падения пласта 5° . Глубина заложения выработки – 680 м.

Горнотехнические условия: система разработки – столбовая, длина лавы 200 м, ширина выработки 4,0 м, высота - 3 м, подрывка пород – верхняя.

Размеры модели: длина – 961 м; ширина – 1064 м; высота – 914 м, приняты с учетом влияния очистного забоя. Модель состоит из 45696 изопараметрических шести и восьмиугольных универсальных конечных элементов, размеры которых от $0,25 \times 0,25 \times 0,25$ м у выработок и до $100 \times 200 \times 100$ м у границ модели. На узлы граничных поверхностей модели наложены связи, ограничивающие их перемещения [5].

Схема создания горизонтального отпора в почве подготовительной выработки приведена на рисунке 1.



1 – полость (скважина, щель), 2 – емкость со сжатым воздухом, 3 – прямой и обратный клапан, 4 – перекрытие полости

Рисунок 1 – Схема создания горизонтального отпора в почве подготовительной выработки

Решены объемные задачи МКЭ, в которых размеры прямоугольной полости (1) в почве: длина вдоль выработки 0,7 м, ширина 0,3 м, глубина 2,25 м; модуль пропорциональности материала емкости (2) и породы равны. Емкости заполнены воздухом под давлением 1, 3, 6, 9 МПа.

Исследования проведены для линейно и нелинейно деформированных массивов. Проанализированы напряжения, поднятия почвы на расстоянии 0,7 м впереди лавы, т.е. в зоне максимального опорного давления.

Распределение напряжений в почве выработки показано на рисунке 2, когда не применяется отпор, и на рисунке 3 при механическом воздействии на массив для создания отпора 9 МН, т.е. при максимальном отпоре.

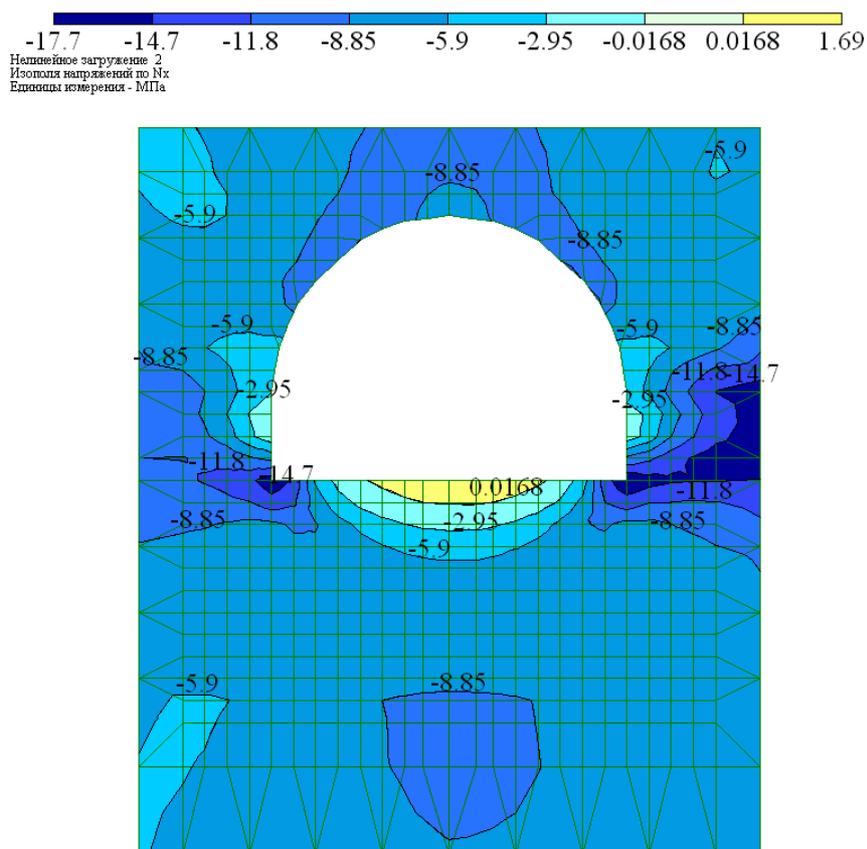


Рисунок 2 – Распределение горизонтальных напряжений вокруг выработки на расстоянии 0,7 м перед лавой (массив пород)

Различия существенные: напряжения возросли с 5,9 МПа до 12,6 МПа, т.е. больше чем в 2 раза; в непосредственной близости от полости появились растягивающие напряжения, особенно значительные у устья полости, где они превысили предел прочности породы на растяжение. При уменьшении отпора до 6, 3 МН горизонтальные напряжения снизились с 12,6 МПа до 9,4 МПа.

По результатам решения задач пучения почвы у стенок выработки составило 1,5 мм со стороны массива угля и 2,5 мм со стороны лавы. Эти данные соответствуют упругому изгибу при ширине выработки 4 м.

-18.9 -15.7 -12.6 -9.43 -6.29 -3.14 -0.0668 0.0668 3.14 6.29 6.68
 Нелинейное нагружение 3
 Условная шкала напряжений в МПа
 Единицы измерения - МПа

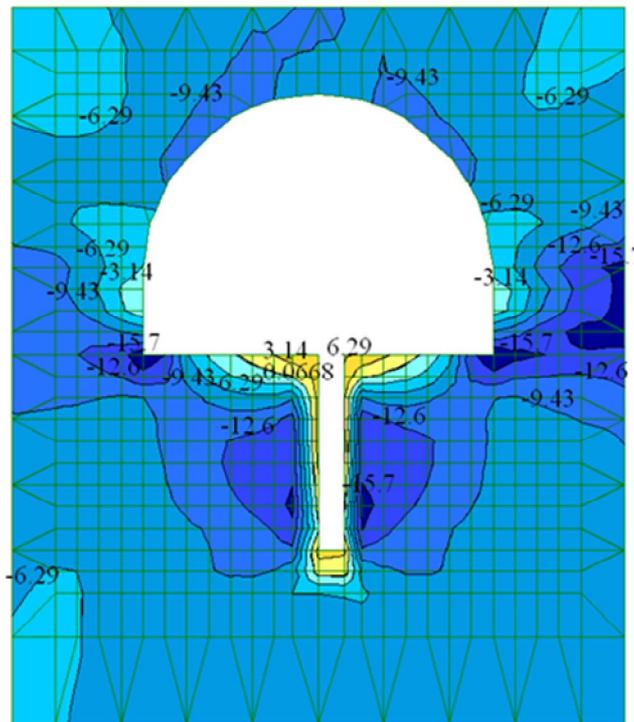


Рисунок 3 – Распределение горизонтальных напряжений вокруг выработки на расстоянии 0,7 м перед лавой (щель с отпором 9 МН)

На рисунке 4 в укрупненном масштабе показано влияние механического воздействия на почву выработки.

Зоны влияния горизонтального отпора распространяются на 1,2-1,3 м, т.е. на треть ширины выработки.

Пучение при отпоре 3 МН составило 89,7% от пучения почвы в выработке без механического воздействия на массив.

На рисунке 5 приведены кривые, характеризующие пучение почвы по ширине выработки при нелинейно деформируемом массиве. При отпорах 9 и 6 МН пучение почвы увеличилось на 38 и 14%, соответственно, образовались складки с максимальным пучением почвы.

В глубь массива от подошвы выработки поднятие почвы интенсивно уменьшается и на расстоянии 7,2 м становится равномерным, равным 2,8 мм.

Горизонтальные напряжения вдоль выработки впереди очистного забоя увеличиваются с увеличением отпора, увеличиваются и размеры зон влияния отпора.

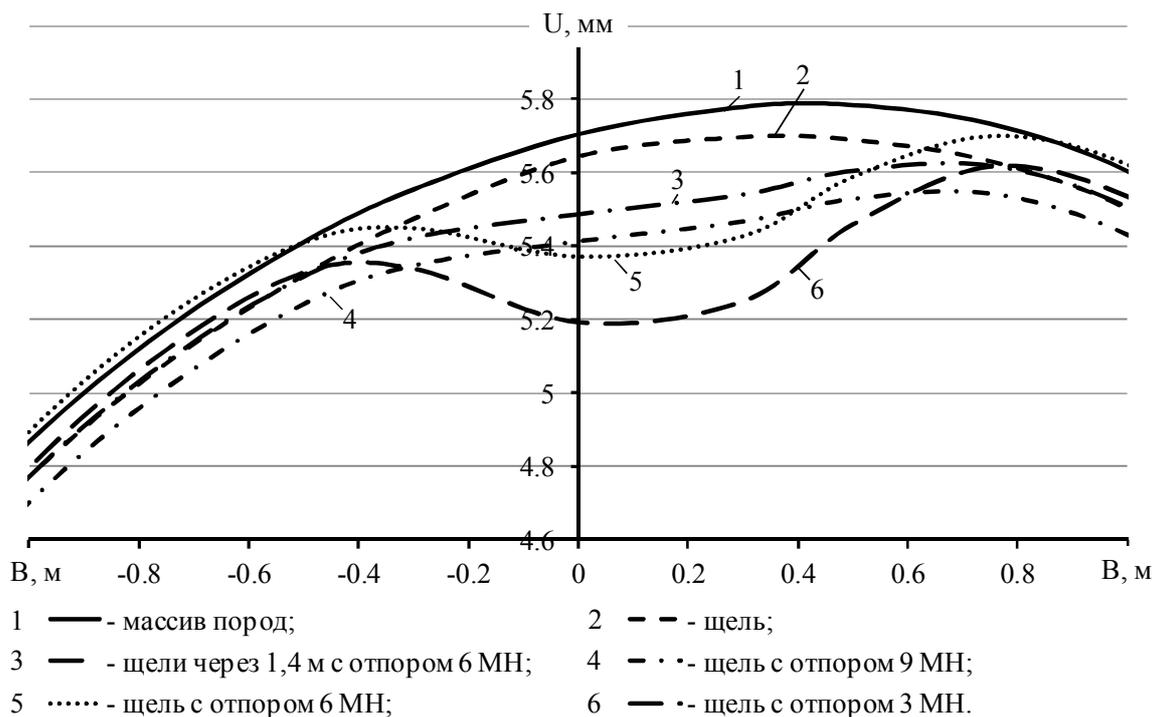


Рисунок 4 – Поднятия почвы на расстоянии 0,7 м впереди лавы

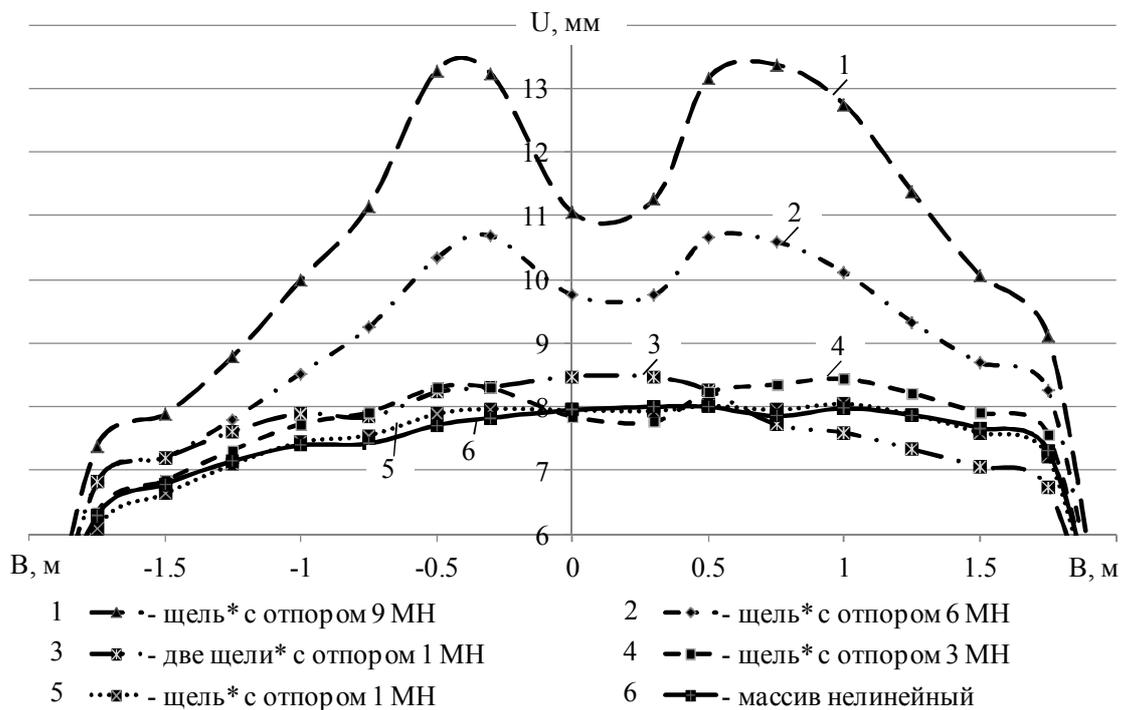


Рисунок 5 – Поднятия почвы выработки на расстоянии 0,7 м впереди лавы

На основании исследований сделаны выводы: создание горизонтального отпора в почве выработки приводит в росте напряжений, к уменьшению поднятия почвы; при разрушенных почвах (нелинейно деформированный массив) в зоне опорного давления лавы необходимо сочетание механического воздействия на поверхность почвы крепью усиления и горизонтального отпора в почве; полученные результаты будут использованы для разработки способа предотвращения пучения почвы в выработках и обоснования его параметров.

Библиографический список

1. Пирский А.А. *Опытно-промышленное испытание способа упрочнения пород для борьбы с пучением почвы* / А.А. Пирский, С.Н. Стовпник // *Уголь Украины*. – 1990. - №4. – С. 9-11.

2. Литвинский Г.Г. *Опытно-промышленные испытания нового способа борьбы с пучением почвы* / Г.Г. Литвинский, И.Н. Захарченко // *Уголь Украины*. – 1974. – №8. – С. 17-18.

3. Городничев В. М. *Современные методы борьбы с пучением горных пород* / В. М. Городничев. - Госгортехиздат, 1960.

4. Слесарев В.Д. *Механика горных пород* / В.Д. Слесарев. – М.: Углетехиздат, 1948. – 236 с.

5. Комиссаров С.Н. *Управление массивом горных пород вокруг очистных выработок* / С.Н. Комиссаров. - Недра, 1983. – 237 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.