

д.т.н. Клишин Н.К., к.т.н. Склепович К.З.,
к.т.н. Касьян С.И., Пронь П.А.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПОРНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ОДИНОЧНОЙ ЛАВЫ

Розроблена схема формування опорного тиску при відробки одноночної лави враховує властивості порід, що зависли над видобленим простором, і обґрунтovanа результатами вирішення об'ємних завдань МСЕ.

Ключові слова: опорний тиск, схема зрушення масиву, метод кінцевих елементів.

Разработанная схема формирования опорного давления при отработке одиночной лавы учитывает свойства зависших над выработанным пространством пород и обоснована результатами решения объемных задач МКЭ.

Ключевые слова: опорное давление, схема сдвижения массива, метод конечных элементов.

Изучение физической природы опорного давления, создание методов расчёта его параметров и способов управления проявлениями являются важной проблемой механики горных пород. Параметры зон опорного давления при отработке угольных пластов лавами зависят от многих факторов, а начальным, определяющим, является схема формирования опорного давления.

Опорное давление создаётся весом пород покрывающей толщи и суммой изгибающих моментов слоёв пород, зависших в выработанном пространстве до самой поверхности. Расчёт параметров опорного давления сводится к суммированию воздействия всех пачек на разрабатываемый пласт, что практически невыполнимо [1].

В работе В.Г. Гмошинского теоретическая схема формирования напряжённо-деформированного состояния угольного пласта [2] не отражает реальную картину, т.к. в ней не учтены разрушение пород, сдвижение массива над выработанным пространством. Задача, в которой параметры опорного давления рассчитывают от действия пород в зоне влияния очистного забоя и затем дополнительно учитывают действие пород при большой глубине разработки [3], на наш взгляд более сложная.

Цель исследований – обосновать схему формирования опорного давления при отработке пласта длинным очистным забоем.

Объект исследований – напряжённо-деформированное состояние массива пород в окрестности очистного забоя.

Предмет исследований – схема формирования опорного давления при отработке одиночной лавы.

Разработанная схема базируется на двух положениях: дополнительные напряжения на угольный пласт впереди и по бокам лавы создаются породами, зависшими над выработанным пространством; состояние пород учтено по схеме сдвига ДПИ [4], т.е. выделены зоны обрушенных пород (С), послойного, последовательного, максимального прогиба слоёв (В), совместного прогиба пачек слоёв и примыкающей к поверхности (А).

Изучено влияние пород каждой зоны на формирование опорного давления согласно упрощённой схеме, представленной на разрезе по падению пласта в средней части лавы на рисунке 1.

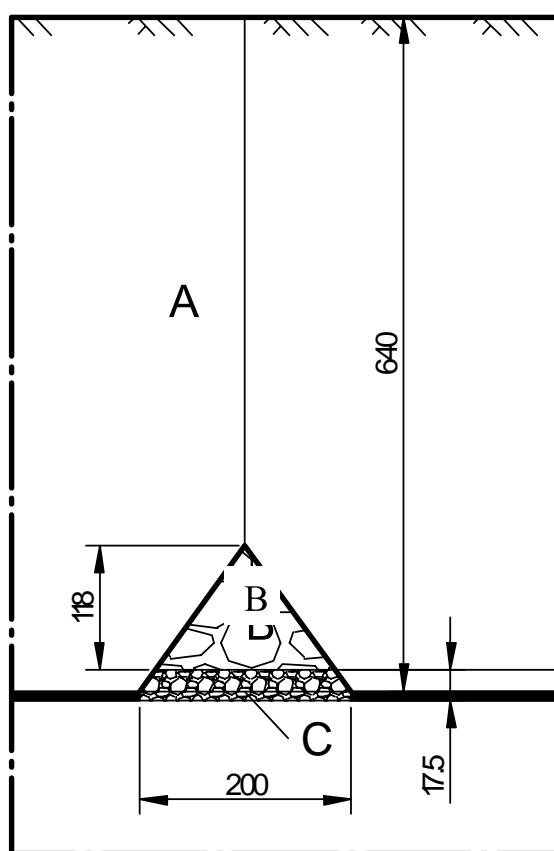


Рисунок 1 – Схема расположения зон над выработанным пространством

Решены три объёмные задачи о напряжённо-деформированном состоянии массива пород в окрестности лавы, в которых опорное давление формируется:

- 1) породами зоны А;
- 2) породами зон А и В;
- 3) породами зон А, В и С.

Это допустимо, т.к. согласно схеме сдвижения породы в зоне В передают свой вес на почву пласта в выработанном пространстве и уплотняют обрушенные породы в зоне С и только зависшие породы зоны А создают дополнительные напряжения.

Вторая задача пригодна при отходе лавы от разрезной печи до первой осадки основной кровли.

Третья задача учитывает сложное взаимодействие сдвигающегося массива, т.е. всех зон.

Для исследования напряжённо-деформированного состояния массива горных пород вокруг одиночной лавы разработана объёмная модель с помощью многофункционального программного комплекса «Лира». Геометрические размеры следующие: от поверхности до разрабатываемого пласта – 640 м, до нижней границы – 720 м; размеры по падению пласта – 400 м; по простиранию пласта – 1000 м. На граничные узлы наложены связи: нижней грани – вдоль оси Z, боковых гранях параллельно выработке – по оси X, перпендикулярно выработке – по оси Y. Модель состоит из 54333 универсальных пространственных изопараметрических конечных элементов. Минимальные размеры элементов $0,25 \times 0,25 \times 0,25$ м, максимальный $400 \times 1000 \times 720$ м.

Параметры массива горных пород следующие: мощность пласта 1,75 м, сопротивляемость угля резанию 220 – 250 кН/м. Непосредственная кровля представлена глинистым сланцем мощностью 2 м с пределом прочности на сжатие 50 – 83 МПа, основная – песчаным сланцем мощностью 13,75 м с пределом прочности на сжатие 87-97 МПа. Значения модулей пропорциональности заданы отдельно для слоёв пород, обрушенных пород в выработанном пространстве, в зоне полных сдвигов.

На основании решения третьей задачи на рисунке 2 показано распределение напряжений в угольном пласте впереди лавы и за откаточным штреком со стороны массива. Напряжения большие гидростатических (16 МПа) распространяются на участке 8 м впереди очистного забоя на сопряжении лавы с выработкой и в средней части лавы; в зоне динамического опорного давления на 6 м.

На рисунке 3 показано распределение напряжений в массиве в средней части впереди лавы.

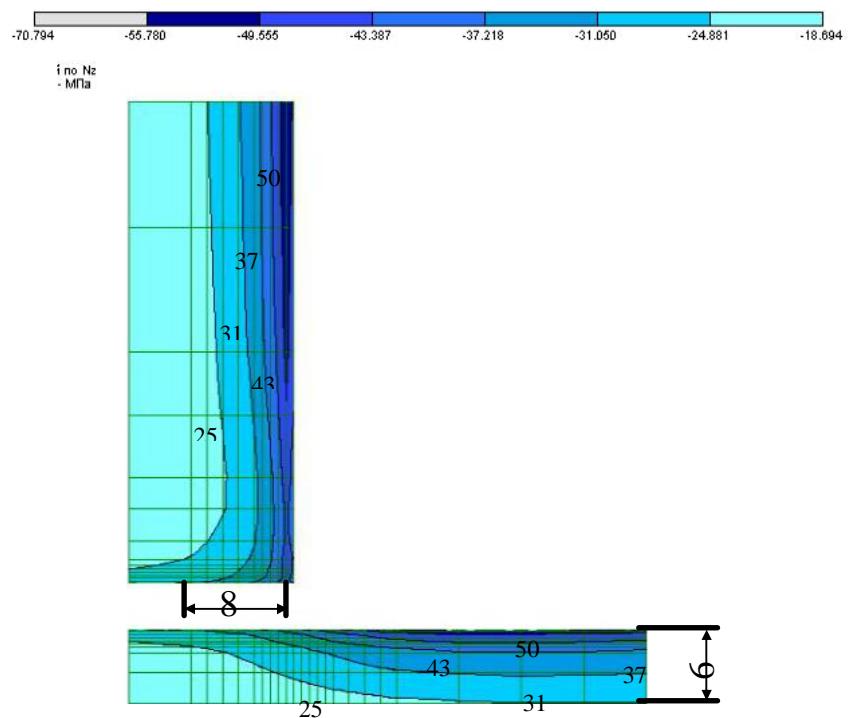


Рисунок 2 – Распределение вертикальных напряжений на сопряжении конвейерного штрека с лавой

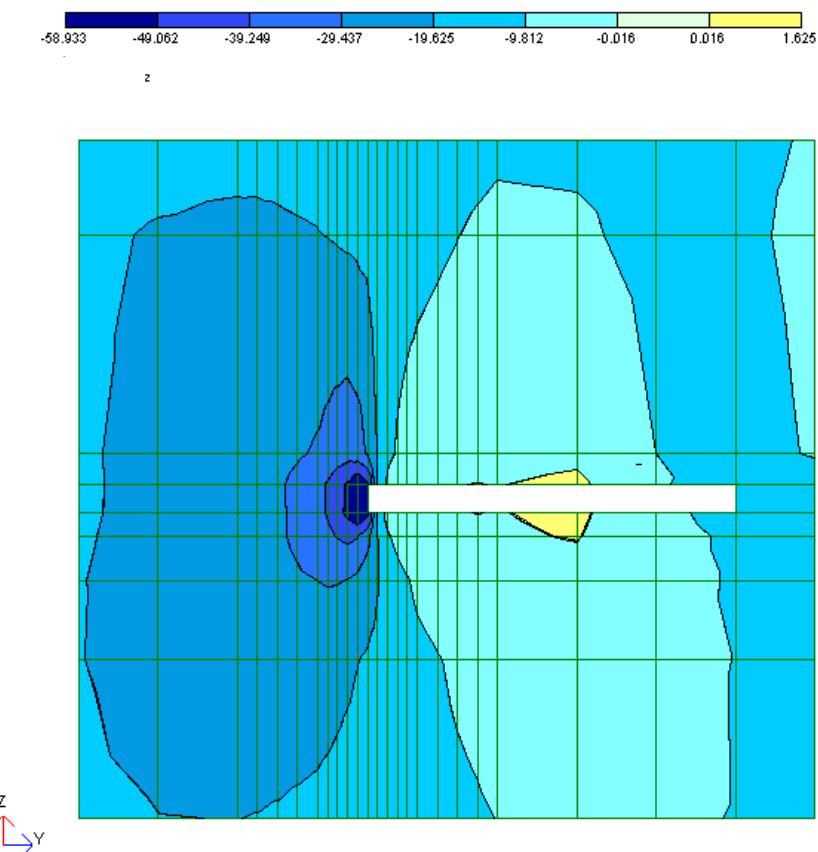


Рисунок 3 – Распределение вертикальных напряжений в массиве

Сравнительные данные результатов решения трёх задач представлены на рисунке 4, где показаны кривые вертикальных напряжений в угольном пласте на расстоянии 1.26 м впереди лавы.

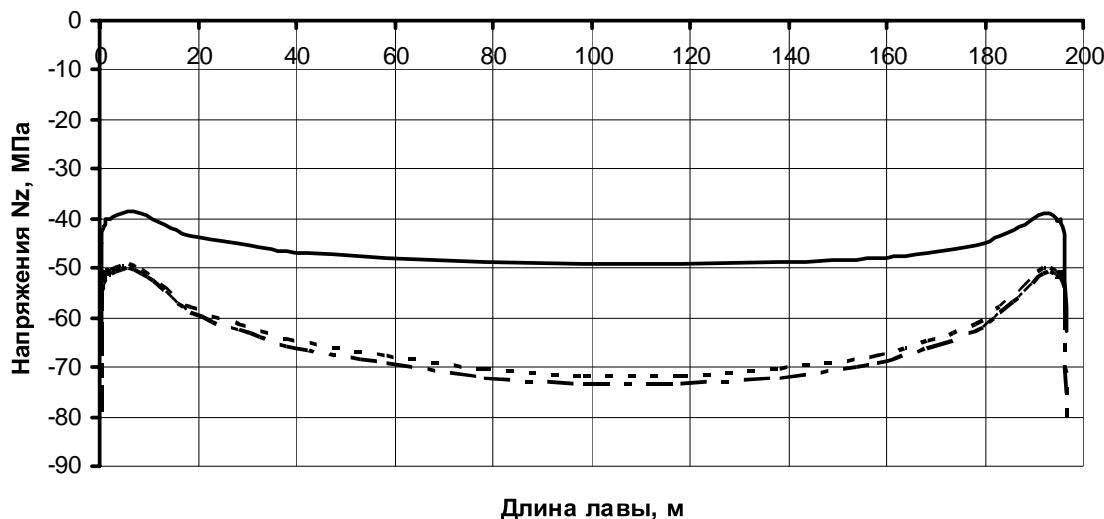


Рисунок 4 – Распределение вертикальных напряжений в угольном пласте по длине лавы: ----- задача 1; - · - задача 2; — задача 3.

Напряжения в зоне опорного давления, которое формируется весом зависших над выработанным пространством пород (зона А, задача №1), достигают 72 МПа в средней части лавы. Напряжения увеличиваются на 3% до 74 МПа, если учитывается действие пород в зонах А и В.

В случае учёта всех зон (А, В, С) на формирование опорного давления впереди лавы, напряжения достигают 50 МПа, что составляет 67% от напряжений, возникающих от зависших пород в зоне А. Напряжения в плоскости пласта вдоль и поперёк лавы меньше вертикальных напряжений в 1,5 раза для всех задач.

Таким образом, для оценки статической составляющей опорного давления необходимо учитывать сложный характер разрушения, смещения пород над выработанным пространством, в котором главным является взаимодействие зон В и С, т.е. обрушенных и прогибающихся в зоне полного сдвижения пород, при котором изменяется механизм работы слоёв – консольные плиты и балки, защемлённые над пластом, опираются на обрушенные породы в выработанном пространстве.

Динамическая составляющая опорного давления зависит от скорости подвигания лавы, периодичности зависания и осадки основной кровли. Исследован последний фактор. Проанализированы напряжения в угольном пласте и в кровле при максимальном зависании основной кровли (рис. 5).

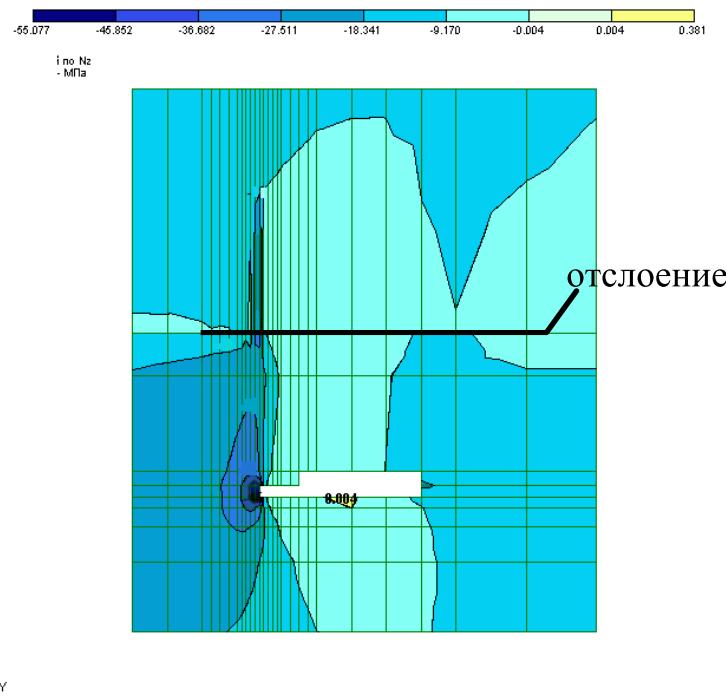


Рисунок 5 – Распределение вертикальных напряжений при отслоении основной кровли

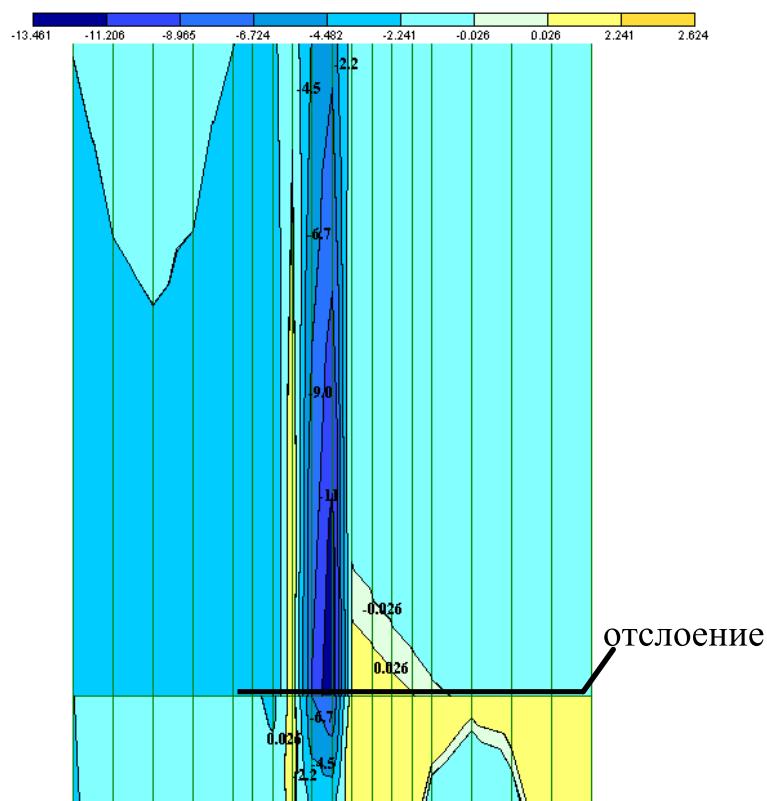


Рисунок 6 – Распределение вертикальных напряжений вокруг подготовительной выработки

В результате изгиба основной кровли и выше расположенного слоя возникали большие сжимающие напряжения и образовалась трещина. Распределение эквивалентных напряжений в области трещины приведено на рисунке 6.

Отслоение основной кровли, её облом привели к уменьшению максимальных напряжений в пласте на 5%. Изменения в размерах зоны опорного давления не отмечено.

На основании проведенных исследований установлено: взаимодействия пород над выработанным пространством имеет сложный характер; обоснована схема формирования опорного давления при отработке одиночной лавы, учитывающая обрушение кровли в выработанном пространстве, сдвижение и разрушение пород в зоне полных сдвигов и взаимодействие всех зон, которая пригодна для определения параметров опорного давления.

Направление дальнейших исследований – изучить влияние горно-геологических и горнотехнических факторов на параметры опорного давления.

Библиографический список

1. Борисов А.А. *Механика горных пород и массивов*. М.: Недра, 1980, 360 с.
2. Гмошинский В.Г. *Горное давление на пологий угольный пласт в окрестности выработки* // Уголь Украины. – 1957. - №7. – С. 16 – 23.
3. Тищенко В.А. *Обоснование параметров расположения и охраны горных выработок при разработке пологих пластов Донбасса на больших глубинах*. Автореф. дис. к.т.н. Алчевск: 1996. – 17 с.
4. Зоря Н.М., Музafferов Ф.И. *Схема механизма сдвижения толщи пород при выемке пологих пластов угля одиночной лавой* // Уголь Украины. – 1966. - №12.