

*к.т.н. Аверин Г. А.,
к.т.н. Кирьязов П.Н.,
Филонюк Ю.В.,
Доценко О. Г.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

**ВЛИЯНИЕ ОЧИСТНЫХ РАБОТ
НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
МАССИВА ПОРОД ВОКРУГ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ
ВЫРАБОТКИ, ПРОЙДЕННОЙ «ВПРИСЕЧКУ»**

Наведено результати моделювання, спрямованого на аналіз умов проведення пластових підготовчих виробок в розвантажених зонах.

***Ключові слова:** пластова підготовка виробка, моделювання, МСЕ, розвантажена зона.*

В статье приведены результаты моделирования, направленного на анализ условий проведения пластовых подготовительных выработок в разгруженных зонах.

***Ключевые слова:** пластовая подготовительная выработка, моделирование, МКЭ, разгруженная зона.*

Актуальность работы. С ростом глубины ведения очистных работ отмечается существенный рост напряженно-деформационных изменений в массиве пород, вмещающих угольный пласт, проявляющиеся в виде нежелательных смещений и деформаций пород кровли, почвы и крепи подготовительных выработок.

Этому влиянию наиболее подвержены подготовительные выработки в зоне влияния опорного давления, образующегося при ведении очистных работ. Снизить проявление опорного горного давления возможно путем расположения подготовительных выработок в зонах с пониженным горным давлением (менее γH), в том числе в краевой части отрабатываемого угольного пласта на границе с выработанным пространством [1]. Формирование разгруженных зон происходит в период от начала ведения очистных работ (образования зоны временного опорного давления) до окончания полных сдвижений массива пород в выработанном пространстве (образование стационарного опорного давления).

В период формирования разгруженных зон вмещающие угольный пласт породы в зоне краевой части очистного забоя испытывают сжи-

мающие и растягивающие нагрузки, многократно превышающие предел их прочности. **В результате свойства** породы - упругость, вязкость, пластичность, ползучесть и др. - изменяются, переходя из одного состояния в другое. Происходит зональная дезинтеграция массива пород в краевой части угольного пласта [2].

Состояние вопроса. На шахте «Красный Партизан» ГП Свердловантрацит, начиная с глубины разработки 600 м, в условиях пласта k_5^1 успешно применялась столбовая система разработки с выемкой по простиранию. Откаточный штрек погашался после прохода лавы, а вентиляционный проводился «вприсечку» и располагался в краевой части пласта с оставлением угольного целика шириной 3-5 метров со стороны выработанного пространства. Глубина ведения 900 м оказалась предельной для ведения очистных работ по указанной системе разработки.

Цель работы. Установить влияние очистных работ на напряженно-деформированное состояние массива пород вокруг подготовительной выработки, пройденной «вприсечку»

Для определения напряженно-деформированного состояния краевой части угольного пласта и вмещающих пород вокруг подготовительной выработки, проведенной «вприсечку» к выработанному пространству, была разработана трехмерная модель с размерами 1356·792·860 м. Детальному исследованию подвергались угольный пласт и вмещающие его породы впереди работающей лавы со стороны выработанного пространства предыдущих лав. Результаты расчетов получены с применением вычислительного комплекса «Лири 9.4», основанного на методе конечных элементов. Для получения зависимостей были исследованы расчетные N_1 , N_2 , N_3 и эквивалентные N_e напряжения. На рисунке 1 показан фрагмент расчетной схемы модели.

В модели заложены условия отработки пласта k_5^1 : угол падения пласта 14-16°; непосредственная кровля - песчаный сланец мощностью $m \leq 10$ м, предел прочности на сжатие $\sigma_{сж} = 65$ МПа и модуль упругости $E = 2 \cdot 10^4$ МПа; основная кровля - песчаник $m \leq 8$ м, $\sigma_{сж} = 80$ МПа и $E = 2,5 \cdot 10^4$ МПа; почва - сланец песчаный $m \leq 2,5$ м, $\sigma_{сж} = 60$ МПа и $E = 2 \cdot 10^4$ МПа; уголь марки «А», $m = 1,5$ м, $\sigma_{сж} = 20$ МПа и $E = 500$ МПа. Мощности угольных пластов и породных слоев, расположенных ниже и выше них, принимались усредненными. Модель решалась в упругопластической постановке задачи с использованием пошагового процессора.

В начале была проведена подготовительная выработка и вынут угольный пласт первой лавой. После с оставлением 3-х метрового целика угля, проведена вторая подготовительная выработка «вприсечку» к выработанному пространству и вынута часть угольного пласта второй лавой. За лавами выкладывали деревянные костры.

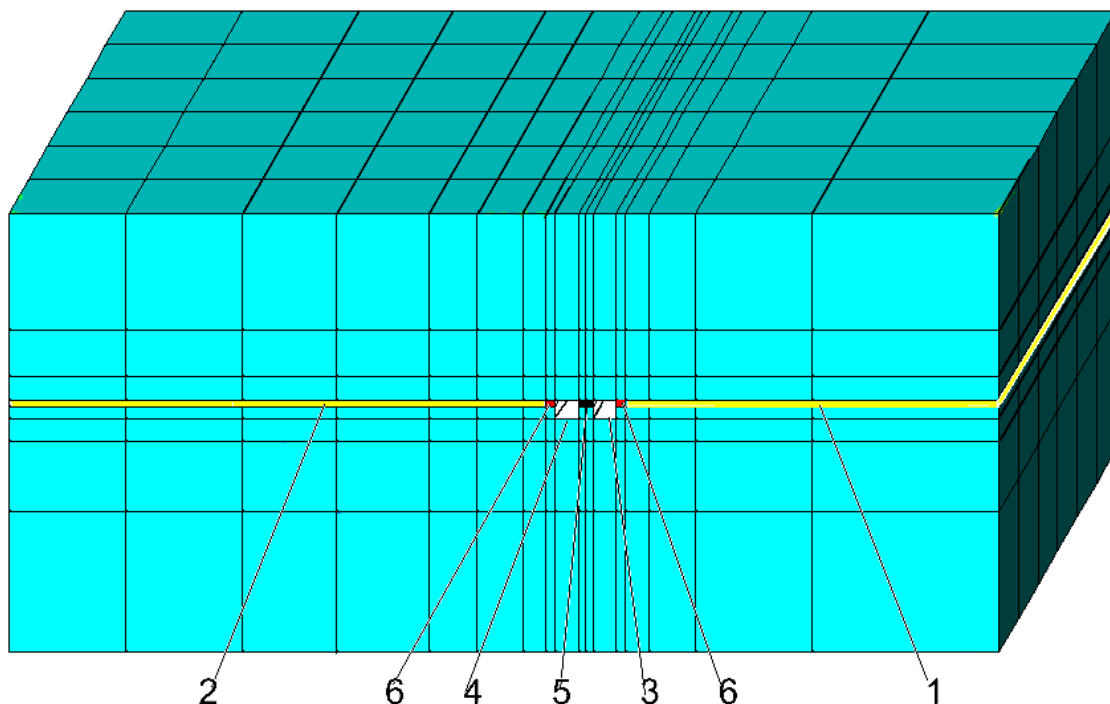


Рисунок 1 – Фрагмент расчётной схемы для определения напряженно-деформированного состояния в краевой части угольного пласта k_5^1 .
 1- предыдущая лава; 2- последующая лава; 3 – откаточная выработка лавы 1; 4 – присечная выработка; 5 – трёхметровый угольный целик; 6 – деревянные костры.

Имитация выработанного пространства лавы осуществлялась путём пошагового изменения модуля деформации обрушенных и уплотнённых пород от 100 МПа до 700 МПа.

При эквивалентных $N_e = 0$ и более и при достижении расчетных сжимающих $N_3 = -40$ МПа, $N_1 = -20$ МПа, $N_2 = -20$ МПа напряжений можно предположить, что угольный пласт будет разрушен в различной степени, как при одноосном, так и при объёмном нагружении [3].

На рисунке 2 показаны напряжения в плоскости пласта впереди лавы в зоне опорного давления, которые изменяются вдоль присечной выработки.

Изолинии эквивалентных $N_e = 0$ расчетных сжимающих $N_3 = -40$ МПа, $N_1 = -20$ МПа, $N_2 = -20$ МПа напряжений изменяются по степенным зависимостям (1-4).

Расстояние до изолинии эквивалентных напряжений $N_e = 0$ определяется по формуле:

$$l_{N_e} = 1557 \cdot b^{0,79} \quad (1)$$

где l_{Ne} – расстояние от изолинии нулевых эквивалентных напряжений до краевой части угольного массива присечной выработки, м;
 b – расстояние от линии очистного забоя вдоль присечной выработки, м. Коэффициент аппроксимации R^2 зависимости (1) составляет 0,92.

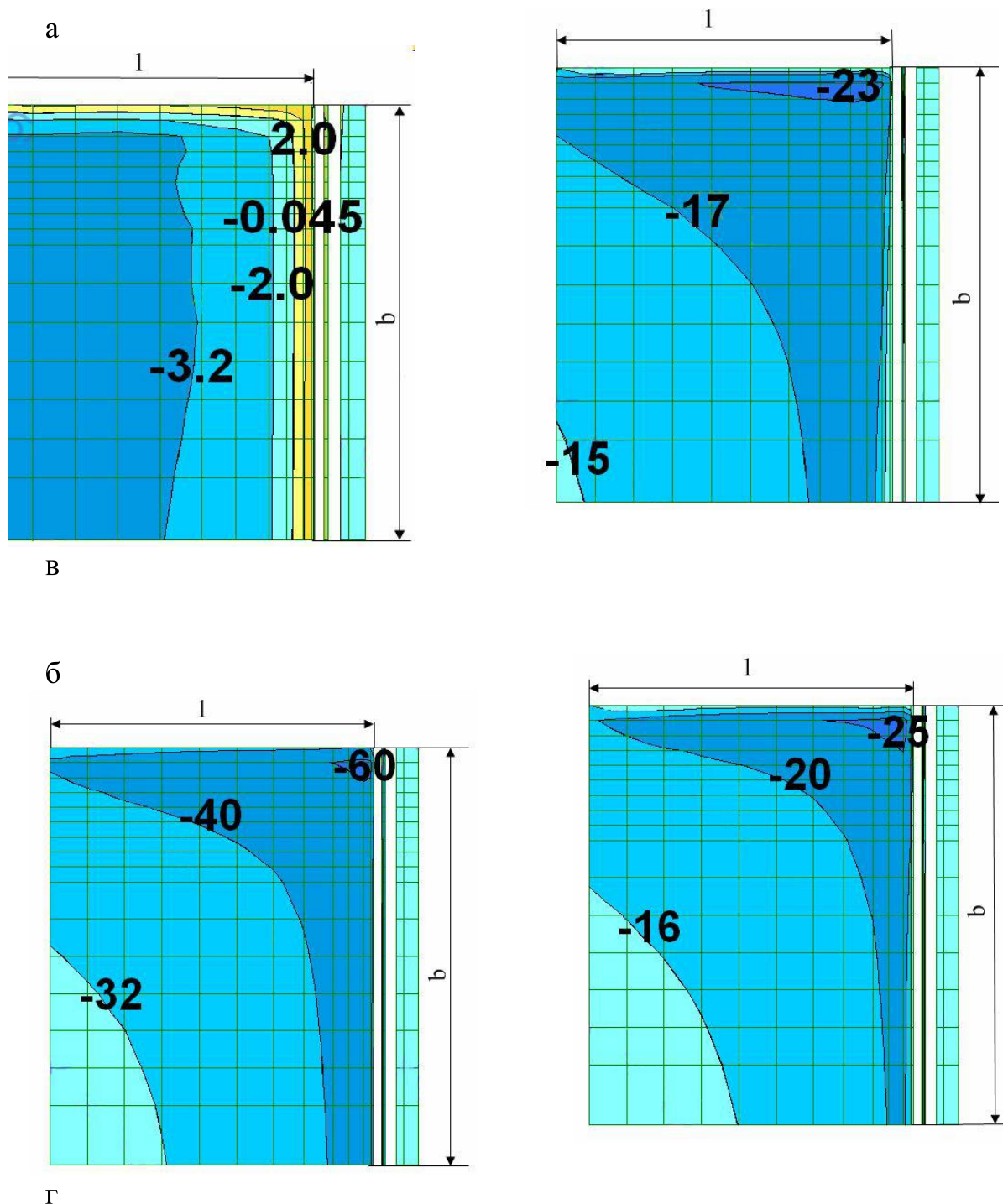


Рисунок 2 – Изолинии напряжений, показанных в плоскости краевой части угольного пласта, имеющих выработанное пространства сверху и справа: а) эквивалентных N_e ; расчетных б) N_3 ; в) N_1 ; г) N_2

Расстояние до изолинии расчётных сжимающих напряжений $N_3 = -40$ МПа определяется по формуле:

$$l_{N3} = 1102 \cdot b^{0,65}, \quad (2)$$

где l_{N3} – расстояние от расчётных сжимающих напряжений $N_3 = -40$ МПа от краевой части угольного массива, м;

b – расстояние впереди линии очистного забоя вдоль краевой части, м. Коэффициент аппроксимации R^2 зависимости (2) составляет 0,933.

Расстояние до изолинии расчётных сжимающих напряжений $N_1 = -20$ МПа определяем по формуле:

$$l_{N1} = 282,1 \cdot b^{0,77}, \quad (3)$$

где l_{N1} – расстояние от изолинии расчётных напряжений $N_1 = 20$ МПа до краевой части угольного массива, м;

b – расстояние от линии очистного забоя вдоль присечной выработки, м. Коэффициент аппроксимации R^2 зависимости (3) составляет 0,678.

Расстояние до изолинии расчётных сжимающих напряжений $N_2 = -20$ МПа определяется по формуле:

$$l_{N2} = 1249 \cdot b^{0,78}, \quad (4)$$

где l_{N2} – расстояние от изолинии расчётных напряжений $N_2 = -20$ МПа до краевой части угольного массива, м;

b – расстояние от линии очистного забоя вдоль присечной выработки, м. Коэффициент аппроксимации R^2 зависимости (4) составляет 0,757.

Вышеуказанные исследования проведены на уровне угольного пласта, однако наиболее полную картину вокруг присечной выработки о распределении эквивалентных напряжений N_e в кровле и почве угольного пласта даёт рисунок 3. Растягивающие эквивалентные напряжения N_e распространяются вглубь пласта от присечной выработки на 14 метров в кровле достигают величины 12 МПа, а в почве до 9 МПа. Это даёт основание утверждать, что породы вокруг присечной выработки будут разрушены при достижении растягивающих напряжений минимум 1 МПа.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Разработанные расчётные схемы и полученные зависимости разгрузки краевой части на границе с выработанным пространством рекомендуются использовать для прогнозирования состояния массива, определение параметров угольного целика, крепи и специальных способов влияния на массив для обеспечения устойчивости подготовительной выработки и кровли в лаве.

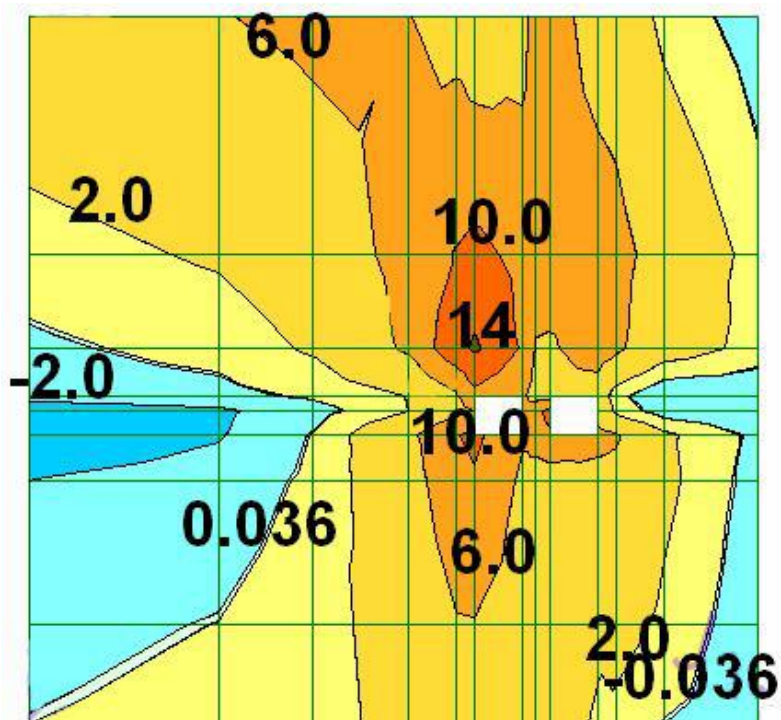


Рисунок 3 – Изолинии эквивалентных напряжений N_e , показанные в краевой части угольного пласта в 10 м от линии очистного забоя

Изучение поведения вмещающих угольный пласт пород, вокруг присечной выработки, будет являться направлением дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Борzych А.Ф. Проведение выработок в зоне разгрузки как метод их охраны / А.Ф. Борzych, Ю.В. Филонюк, В.А. Тищенко // Уголь Украины.-1982.-№1.-С.13-14.

2. Зональная дезинтеграция горных пород вокруг подземных выработок. Часть III (Теоретические представления) // Шемякин Е.И., Фесенко Г.Л., Курленя М. В. и др.// Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых.-1987. - №1. – С.3-8.

3. Горное давление:[учеб. для вузов] / Р.Л. Салганик, Г.В Афанасенко., И.М. Иофис. –М.: Недра, 1992. - 208 с.

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