

УДК 622.831.3.001.5: 622.268.1

Инж. МАРТОВИЦКИЙ А.В. (шахта им. В.М. Бажанова), докт.техн.наук ШАПЕНКО А.Н.,
канд.техн.наук ГАПЕЕВ С.Н. (НГУ)

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОВЕРКА СПОСОБА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПУЧЕНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ ПРОТЯЖЕННОЙ ВЫРАБОТКИ

Введение. Изучение состояния протяженных выработок шахт Украины, а также анализ затрат, связанных с поддержанием и ремонтом горных выработок, показывают, что наибольшую трудность при поддержании выработок в рабочем состоянии представляет борьба с таким видом проявления горного давления, как пучение пород почвы. Отрицательное влияние этого явления на устойчивость выработок можно охарактеризовать только тем, что протяженность выработок, в которых производится ремонт путем подрывки почвы, на шахтах Украины достигает 2500 км в год [1]. Учитывая, что уровень механизации работ по подрывке составляет мизерную величину — 6,3% (в сравнении с 80% при проходке выработок с механизированной погрузкой), совершенно очевидно, что поиск эффективных средств борьбы с пучением почвы является одной из актуальных народнохозяйственных задач.

Состояние вопроса. Эффект пучения пород почвы подземных выработок является одним из наименее изученных, несмотря на значительное количество исследований, выполненных в этой области [2– и др.]. Разнообразие горно-геологических условий эксплуатации выработок порождает значительное количество гипотез, объясняющих природу пучения, и как следствие, значительное количество методов борьбы с этим явлением.

Эффективность мероприятий по предотвращению пучения напрямую зависит от адекватности математических моделей, положенных в основу их разработки и обоснования. В этом неопределимую помощь могут оказать численные методы исследований, такие, как метод конечных элементов.

Применение компьютерной техники на стадии обоснования технологических параметров способа предотвращения пучения, с одной стороны, позволяет подвергнуть детальному анализу различные варианты реализации исследуемого способа, и, с другой — значительно удешевляет необходимый комплекс натурных наблюдений, сводя к минимуму количество дорогостоящих шахтных экспериментов, поскольку в этом случае натурной реализации подвергаются только наилучшие из рассмотренных на этапе моделирования вариантов реализации способа.

Постановка задачи. Целью настоящей работы является описание результатов компьютерного моделирования в упругой постановке способа предотвращения пучения почвы протяженных выработок, реализованного в виде осевого пропила.

Основная часть. Для определения характера влияния вертикального пропила в почве выработки на напряженно-деформированное состояние окружающего массива был проведен численный эксперимент.

В качестве расчетного метода был использован метод конечных элементов, хорошо зарекомендовавший себя при решении различных задач геомеханики. Задача решалась в плоской упругой постановке, анализировалось напряженное состояние однородного массива, вмещающего выработку арочной формы с размерами: ширина — 4,8 м, высота — 3,4 м. Чтобы исключить влияние краевых эффектов размеры исследуемой области массива принимались достаточно большими относительно размеров выработки — 70,0 м x 92,0 м.

Материал полагался однородным и изотропным. Физико-механические и прочностные параметры приняты следующими:

$$E = 2.78 \cdot 10^4 \text{ МПа}, \mu = 0.23, G = 1.13 \cdot 10^4 \text{ МПа}, \sigma_c = 22.0 \text{ МПа}.$$

Отброшенная часть бесконечного массива заменялась на контуре области равномерно распределенной нагрузкой, равной: сверху — $q_s = \gamma H$; с боков — $q_b = \lambda \gamma H$, где γ — объемный вес материала массива; H — глубина заложения выработки ($H=1000$ м); λ — коэффициент бокового распора. Давление принималось гидростатическим (т.е. $\lambda = 1$).

Эксперимент состоял из двух этапов.

На первом этапе рассматривалось напряженное состояние выработки, не имеющей в почве никаких пропилов. Картины распределения эквивалентных напряжений и касательных напряжений представлены на рис. 1 (а и б соответственно).

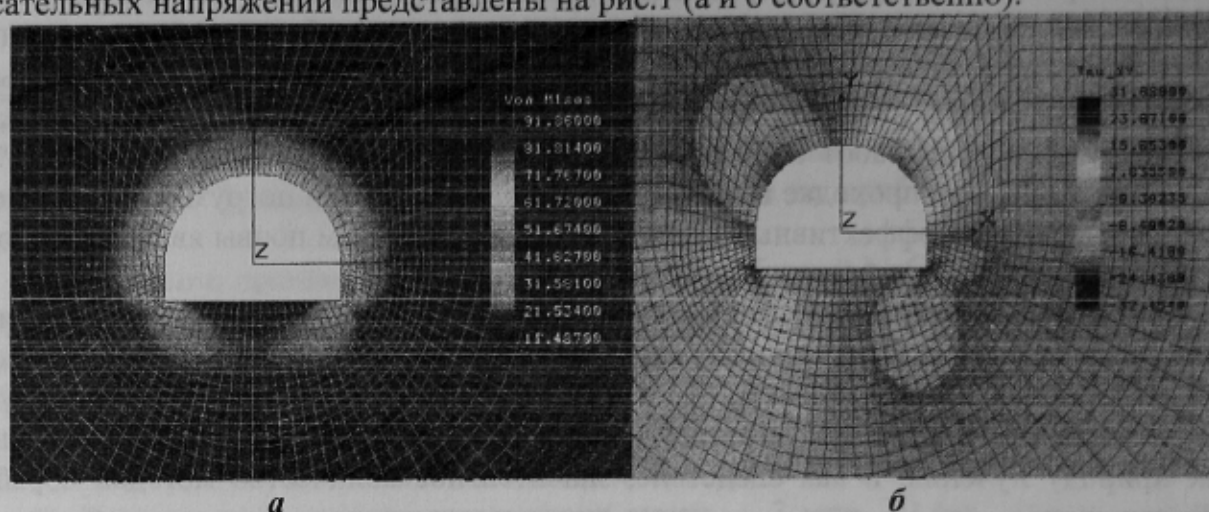


Рис. 1. Картины распределения эквивалентных и касательных напряжений (этап без пропила)

На втором этапе в почве выработке моделировался осевой вертикальный пропил глубиной 2,5 м и шириной 0,2 м. Картины распределения эквивалентных и касательных напряжений для случая с пропилом представлены на рис. 2 (а и б соответственно).

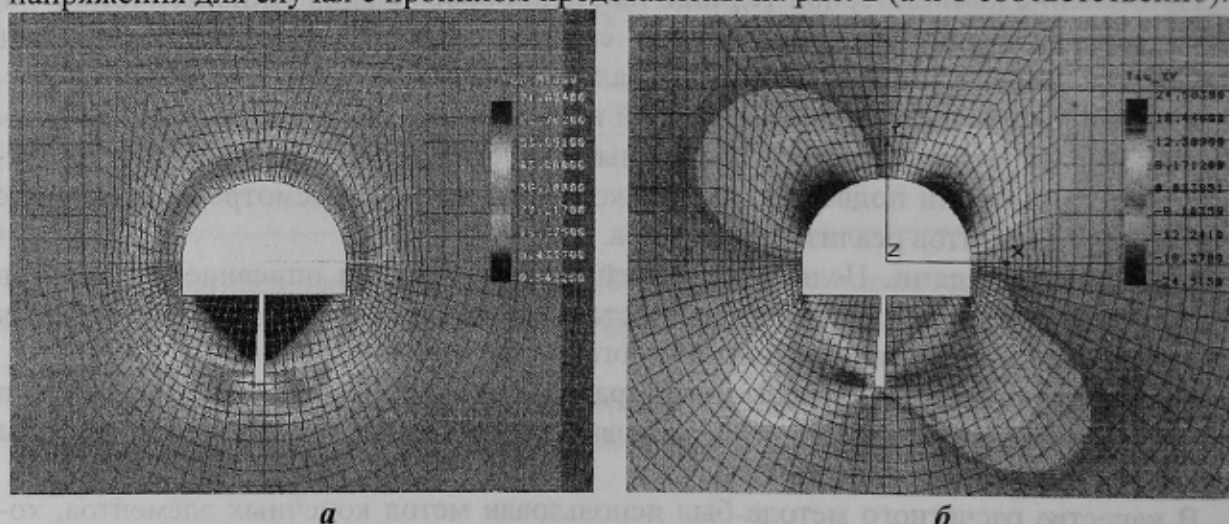


Рис. 2. Картины распределения эквивалентных и касательных напряжений (этап с пропилом)

На всех представленных рисунках участки с разным уровнем напряжений показаны различными цветами, значения которых расшифровываются на цветовой шкале, поданной на каждом рисунке. Кроме того, хорошо видна сетка конечных элементов, которой была аппроксимирована исследуемая область.

Совокупный анализ результатов расчета по первому и второму этапам показывает следующее.

При отсутствии в почве пропила (рис. 1, а) эквивалентные напряжения имеют максимум на контуре выработки и концентрируются у переходной части от стенок к почве. Там же концентрируются и максимальные сдвиговые напряжения (рис. 1, б).

Наличие пропила (рис. 2, а) приводит к тому, что максимумы эквивалентных напряжений перемещаются от контура выработки вглубь массива (в почву), на забой пропила, при этом, как видно из рисунка, контур выработки, особенно почва, разгружаются от напряжений. Аналогичное перераспределение происходит и с касательными напряжениями (рис. 2, б).

Общие уровни эквивалентных и касательных (сдвиговых) напряжений в почве выработки снизился на 22% и 23% соответственно.

Следует отметить, что полученные результаты касаются только случая одиночного вертикального пропила определенных размеров. Для обоснования технологических параметров данного способа в условиях конкретной выработки, таких, например, как длина и ширина пропилов, их количество, расположение и наклон относительно плоскости почвы и продольной оси выработки, наличие и тип заполнителя и других, требуются дополнительные численные исследования, которые и проводятся в настоящее время.

Выводы. Таким образом, наличие пропила в почве выработки снижает концентрацию напряжений в почве выработки и в целом оказывает положительное влияние на ее общую устойчивость. Однако, для обоснованного применения данного способа в условиях конкретной выработки, необходимо проведение комплекса экспериментов по выбору его технологических параметров, оптимальных для конкретных условий, а также применения численных алгоритмов, позволяющих учесть существенную физическую нелинейность окружающих выработку пород, которая имеет место при упругопластическом деформировании приконтурного массива.

Библиографический список

1. Кара В.В., Заславский И.Ю., Зорин Г.Л. Состояние и ремонт горных выработок на угольных шахтах Украинской ССР // Шахтное и подземное строительство, 1988. — №6. — С.22–25.
2. Шашенко А.Н. Устойчивость подземных выработок в неоднородном породном массиве: Дис. ... докт. техн. наук: 05.15.04. — Днепропетровск, 1988. — 507 с.
3. Роечко А.Н. Устойчивость подготовительных выработок угольных шахт в условиях больших глубин разработки: Дис. ... докт. техн. наук: 05.15.04. — Днепропетровск, 1995. — 426 с.
4. Шашенко А.Н., Роечко А.Н. Устойчивость почвы горных выработок, пройденных в слоистом породном массиве // Изв. ВУЗов. Горный журнал., 1994. — №2. — С.31–33.

© Мартовицкий А.В., Шашенко А.Н., Ганеев С.Н., 2005

УДК 622.244

Кандидаты техн. наук БОГДАНОВ Р.К., ЗАКОРА А.П., ИСОНКИН А.М. (ИСМ НАН Украины, г. Киев)

АЛМАЗНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ БУРЕНИЯ В ПОРОДАХ СРЕДНЕЙ ТВЕРДОСТИ

Практика бурения геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые показывает, что не может существовать один универсальный породоразрушающий