

В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ НДС ВМЕЩАЮЩИХ ПЛАСТОВУЮ ВЫРАБОТКУ СЛАБЫХ ПОРОД С ИХ ДЕФОРМАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Встановлено закономірності напружено-деформованого стану шаруватого масиву слабких порід на стадії граничного (позамежного) стану залежно від їх деформаційних характеристик.

Установлены закономерности напряженно-деформированного состояния слоистого массива слабых пород на стадии предельного (запредельного) состояния в зависимости от их деформационных характеристик.

Regularities of stress-deformed state for layered array of soft rock under the limit (supraliminal) state, depending on their deformation characteristics are determined.

На стадии допредельного деформирования системы «слоистый массив-крепь выработки» [1] установлена существенная связь ее НДС с величинами и соотношениями модулей деформации $E_i^{K,П}$ близлежащих породных слоев кровли и почвы. Поэтому естественно предположить, что и на стадиях предельного и запредельного деформирования будет проследиваться зависимость НДС системы с деформационными характеристиками углевмещающей толщи, что обусловлено следующими причинами:

– определенные области системы «порода-крепь» по-прежнему находятся в допредельном состоянии, где влияние $E_i^{K,П}$ доказано [1];

– на стадии разупрочнения породы [2] такая деформационная характеристика, как модуль спада $M_i^{K,П}$ непосредственно связана с модулем деформации породы на допредельной стадии;

– начало стадии разрыхления зависит (по параметру деформации ϵ_1) от величин $E_i^{K,П}$ и $M_i^{K,П}$.

Таким образом, деформационные параметры полной диаграммы деформирования породы напрямую связаны с ее модулем деформации и для оценки их влияния на НДС системы «порода-крепь» использованы варианты соотношения деформационных характеристик породных слоев углевмещающей толщи, приведенные в табл.

Таблица

Варианты соотношения модулей деформации близлежащих породных слоев углевмещающей толщи

Вариант	$E_1^П \cdot 10^4$ МПа	$E_1^K \cdot 10^4$ МПа	$E_2^K \cdot 10^4$ МПа	Вариант	$E_1^П \cdot 10^4$ МПа	$E_1^K \cdot 10^4$ МПа	$E_2^K \cdot 10^4$ МПа	Вариант	$E_1^П \cdot 10^4$ МПа	$E_1^K \cdot 10^4$ МПа	$E_2^K \cdot 10^4$ МПа
1	0,3	0,3	0,3	10	0,3	0,3	1	19	0,3	1	0,6
2	0,3	0,6	0,3	11	0,6	0,3	1	20	0,6	1	0,6
3	0,3	1	0,3	12	0,6	0,6	1	21	1	1	0,6
4	0,6	0,6	0,3	13	0,3	0,6	1	22	0,3	0,3	0,6
5	1	0,6	0,3	14	0,3	1	1	23	0,6	0,3	0,6
6	0,6	1	0,3	15	0,6	1	1	24	1	0,3	0,6
7	1	1	0,3	16	1	0,3	1	25	0,3	0,6	0,6
8	1	0,3	0,3	17	1	0,6	1	26	0,6	0,6	0,6
9	0,6	0,3	0,3	18	1	1	1	27	1	0,6	0,6

Первоначально анализ напряженного состояния выполнен по горизонтальной компоненте σ_x , наиболее наглядно отражающей прогибы слоев углевмещающей толщи. При пониженных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев

эпюры σ_x в качественно-количественном отношении схожи друг с другом (рис. 1): в породных слоях действует достаточно однородное поле сжимающих напряжений $\sigma_x = 6,5...10$ МПа. Исключение составляют приконтурные области: в боках и отчасти в

кровле $\sigma_x = 0...5$ МПа на расстоянии $(0,2...0,5)r_0$, в почве $\sigma_x = 5...6,5$ МПа на глубину до $1,2r_0$. В пределах угольного пласта в его приконтурной части возникают локальные области с небольшими растягивающими напряжениями σ_x до 2,5 МПа, что, очевидно, связано с более интенсивным изгибом приконтурной области угольного пласта. В этом прояв-

ляется еще одна черта влияния пониженных деформационных характеристик породных слоев, когда область распространения растягивающих σ_x в угольном пласте становится более обширной, что объясняется уменьшенной реакцией сопротивления изгибу со стороны породных слоев при их пониженных деформационных свойствах.

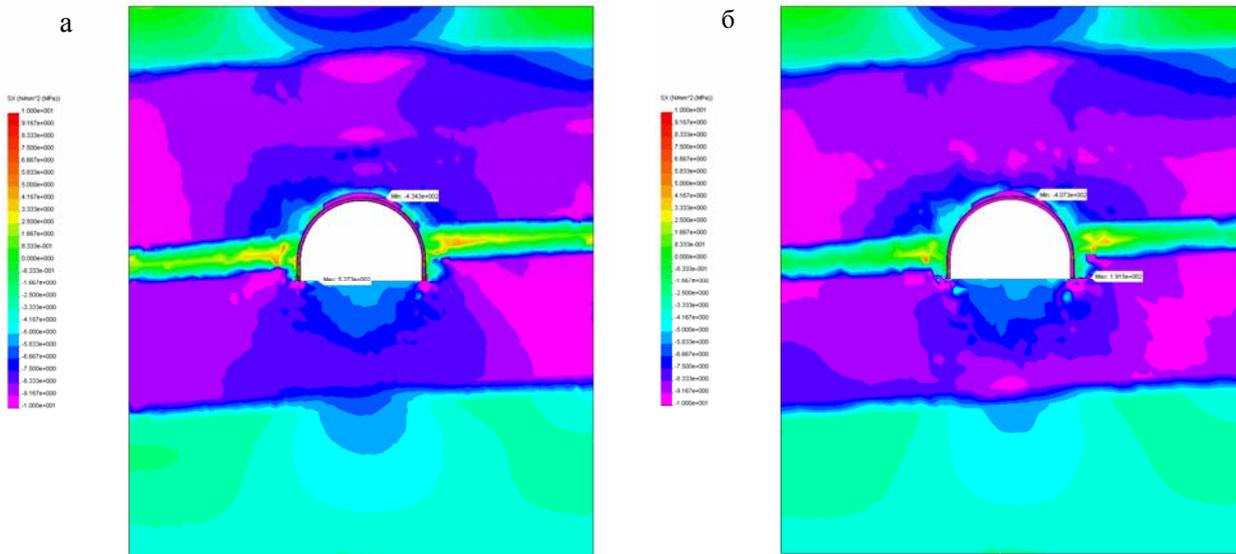


Рис. 1. Эпюры горизонтальных напряжений σ_x при пониженных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев по вариантам их деформационных свойств (см. табл.): а – № 10; б – № 18

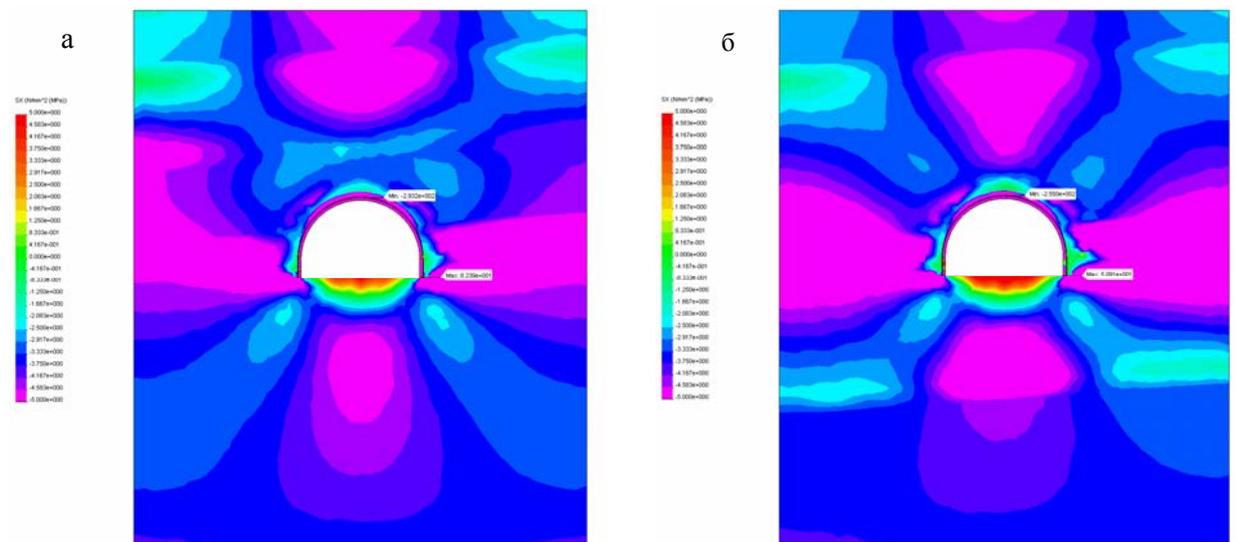


Рис. 2. Эпюры горизонтальных напряжений σ_x при повышенных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев по вариантам их деформационных свойств (см. табл.): а – № 10; б – № 18

При повышенных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев эпюры σ_x еще более похожи между собой вне зависимости от их деформационных свойств (рис. 2). Некоторые особенности состоят в следующем:

– при пониженных характеристиках слоев происходит более четкое разграничение в кровле штрека областей повышенного и пониженного σ_x (по отношению к исходной величине $\sigma_x = \frac{\gamma H}{3}$), что обусловлено более интенсивным изгибом слоев кровли; т

отметим, что в отличие от допредельного состояния, в кровле выработки действуют только сжимающие σ_x ;

– при пониженных деформационных характеристиках породных слоев меньше области действия и величина растягивающих σ_x в непосредственной почве выработки, но выше сжимающие σ_x на границе первого и второго слоев почвы;

– первый породный слой почвы с повышенной деформативностью (за исключением ограниченной области, непосредственно примыкающей к выработке) более равномерно нагружен сжимающими σ_x без ярко выраженных проявлений изгибающего момента в этом слое.

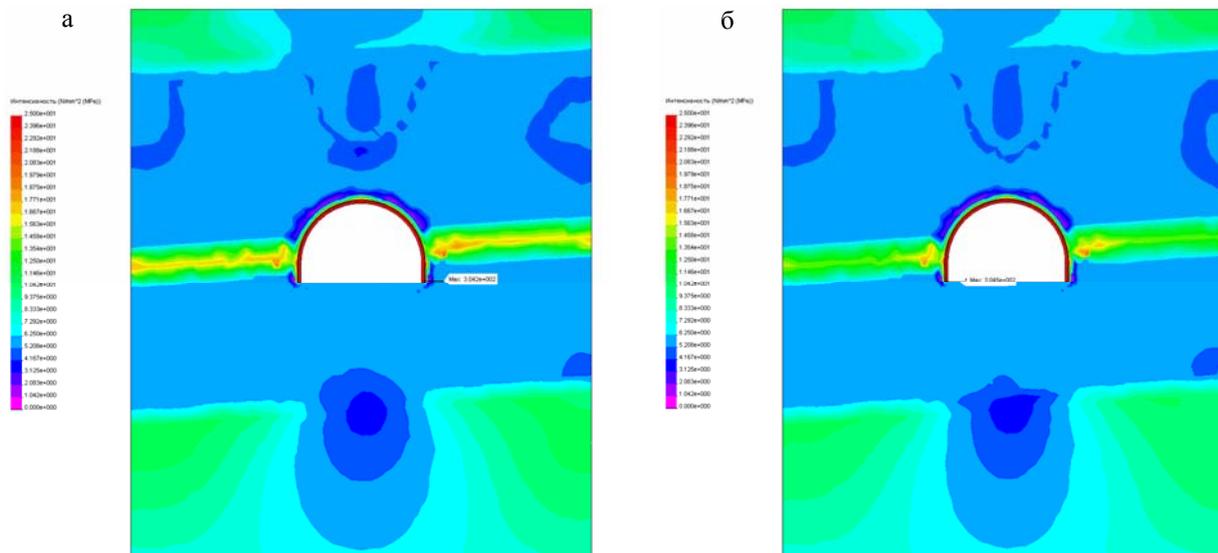


Рис. 3. Эпюры приведенных напряжений σ при пониженных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев по вариантам их деформационных свойств (см. табл.): а – № 10; б – № 18

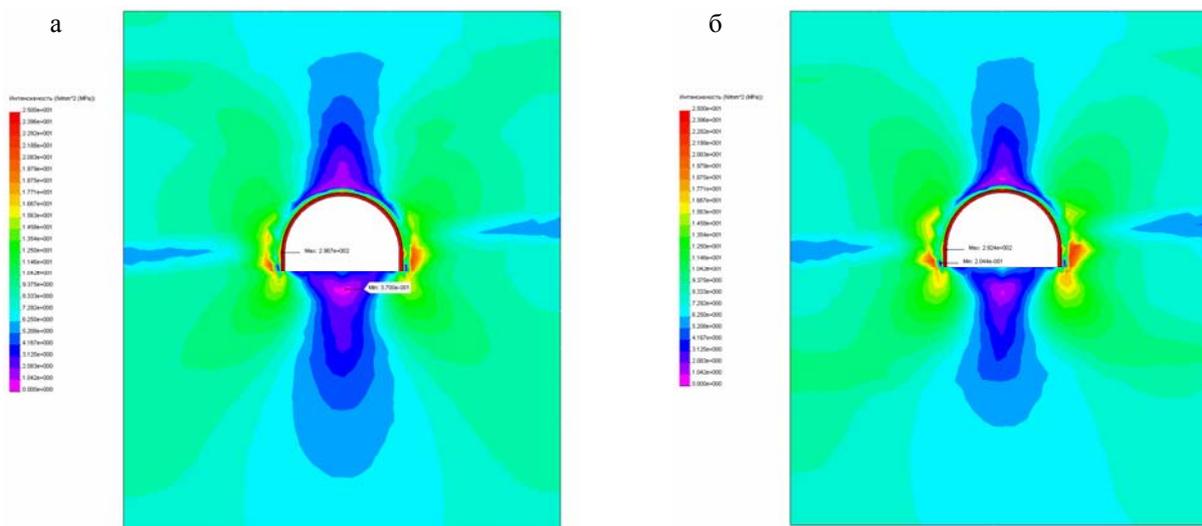


Рис. 4. Эпюры приведенных напряжений σ при повышенных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев по вариантам их деформационных свойств (см. табл.): а – № 10; б – № 18

В других наиболее «разнополюсных» вариантах распределения прочностных характеристик близлежащих породных слоев тенденции влияния их деформационных свойств на эпюры σ_x аналогичны приведенным выше.

Анализ связи эпюр приведенных напряжений с деформационными характеристиками близлежащих породных слоев дал следующие результаты. При по-

ниженных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев эпюры σ практически не зависят от своих деформационных свойств (рис. 3), что может быть объяснено их почти повсеместным предельным (запредельным) состоянием, обладающим повышенной деформационной способностью. Некоторое отличие эпюр σ состоит в более обширной зоне концентрации σ в угольном пласте при по-

ниженных деформационных характеристиках породных слоев, что обусловлено, на наш взгляд, более высокими изгибающими напряжениями в угольном пласте, находящемся в допредельной стадии деформирования.

При повышенных прочностных характеристиках всех близлежащих породных слоев эпюры σ в основном аналогичны друг другу независимо от распределения их деформационных свойств (рис. 4). Исключение составляют:

– более обширная зона разгрузки в почве при пониженных деформационных характеристиках слоев, что обусловлено их повышенным перемещением в полость выработки;

– несколько возросшая концентрация σ в боках выработки при повышенных деформационных характеристиках породных слоев, что объясняется в основном допредельным состоянием этих областей.

Изменение предела прочности на сжатие второго породного слоя кровли в четыре раза практически не сказывается на установленных выше тенденциях влияния деформационных характеристик близлежащих породных слоев.

Основной вывод из проведенных исследований ($H = 400$ м) достаточно очевиден: в предельном (за-

предельном) состоянии породных слоев (или некоторых их областей) деформационные свойства последних в гораздо меньшей степени влияют на напряженное состояние углевмещающей толщи в сравнении с прочностными характеристиками [2].

Список литературы

1. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния мелкослоистого породного массива вокруг пластовой выработки. Кн. 1. Допредельное деформирование системы «порода-крепь» / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев. – Д.: Системные технологии, 2006. – 172 с.
2. Моделирование предельного и запредельного состояния слоистого породного массива вокруг пластовой выработки / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев // Матер. междунар. научн.-практ. конф. «Школа подземной разработки». – Д.: НГУ, 2007. – С. 56-62.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Бузилом 01.10.09

УДК 622.238

© Г.В. Бабиюк, А.Н. Ермаков, 2010

Г.В. Бабиюк, А.Н. Ермаков

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Проведено аналіз перспектив підвищення ефективності видобутку вугілля на шахтах України.

Проведен анализ перспектив повышения эффективности добычи угля на шахтах Украины.

The analysis of prospects of growth of a coal mining on mines of Ukraine is carried out.

В ближайшей перспективе уголь останется основным отечественным топливно-энергетическим сырьем, гарантирующим энергетическую безопасность и экономическую независимость страны, так как в выработке электроэнергии доля угля составляет 30% [1]. В угольной отрасли в настоящее время имеется около 80 перспективных шахт с общей годовой производственной мощностью порядка 85 млн тонн. На этих шахтах сосредоточены основные запасы угля с благоприятными горно-геологическими условиями залегания пластов, поэтому повышение эффективности добычи угля на этих шахтах является первоочередной отраслевой задачей. Кроме того, в отрасли насчитывается приблизительно столько же шахт, которые признаны специалистами неперспективными из-за незначительных промышленных запасов угля или сложных технологических условий разработки, ограничивающих объем добычи угля. Однако эти предприятия в своем большинстве являются градо-

образующими, поэтому будут играть заметную роль в отрасли еще 10-20 лет.

С целью поиска направления повышения эффективности угледобычи в Украины интерес представляет сравнение показателей работы украинских угледобывающих предприятий с показателями деятельности шахт в странах, где достигнуты наилучшие результаты в относительно одинаковых горно-геологических условиях. Так, например, анализ работы угольных шахт Германии свидетельствует о том, что среднесуточная нагрузка на лаву, начиная с 1960 г., постоянно возрастала, при этом можно выделить два периода ее развития с различной интенсивностью роста. Первый период приходится на 1960-1985 гг., который соответствует началу массового использования узкозахватного очистного оборудования и механизированных крепей. Темпы годового прироста среднесуточной нагрузки на лаву в это время превышали 50 тонн (с 300 до 1600 тонн/сутки) [2]. Следует