

уровни концентраций и запасов рудных элементов достигаются за счет неоднократного поступления рудообразующей энергии и вещества в области повышенной проницаемости пород, где максимальное развитие получают эпигенетические процессы. Высокая степень эпигенетических преобразований является одним из критериев промышленной редкометальной минерализации. Именно такой территорией является Приазовье. Отличительной особенностью этого региона является также широкий геохимический спектр накопления рудных элементов, начиная от сидерофильных (железистые кварциты, апатит-магнетит-ильменитовое оруденение) и халькофильных (рудопроявления меди и свинца) до литофильных (литий-тантал-ниобиевое, цирконий-редкоземельное, бериллиевое). Характерной особенностью месторождений и рудопоявлений Приазовья является многостадийность парагенезисов рудных минералов. Как правило, все они имеют несколько генераций, каждая из которых отражает новый уровень концентрирования рудных элементов. Все это свидетельствует о длительности существования энергетического источника, обеспечившего концентрацию рудных элементов и перспективность этой территории на эндогенное оруденение.

### Библиографический список

1. Волкова Т.П. Рудоконцентрирующая структура Восточного Приазовья // Труды ДонГТУ, серия горно-геол., 2001. — Вып.23. — С. 85–88.
2. Балуев А.С., Глуховский М.З., Моралев В.М. Тектонические условия формирования массивов анортозит-рапакивигранитной формации на Восточно-Европейской и Сибирской платформе // Изв. ВУЗов, сер. Геология и разведка, 1997. — № 2. — С. 3–15.
3. Глуховский М.З. Геологическая эволюция фундамента древних платформ. — М: Наука, 1990. — 215 с.
4. Каляев Г.И., Глевасский Е.Б., Димитров Г.Х. Палеотектоника и строение земной коры докембрийской железорудной провинции Украины. — Киев: Наук.думка, 1984. — 240 с.
5. Коваленко В.И. Петрология и геохимия редкометальных гранитоидов. — Новосибирск: Наука, 1977. — 206 с.
6. Оровецкий Б.П. Мантийный диапиризм. — Киев: Наукова Думка, 1990. — 172 с.
7. Скурский М.Д. Редкометальная металлогения. — М: Недра, 1993. — 272 с.
8. Питулько В.М. Основы интерпретации поисковой геохимии. — Л.: Недра, 1990. — 336 с.

© Волкова Т.П., 2002

УДК 622.268.12:622.831

ЗАХАРОВ В.С. (ГОО «Шахта Южнодонбасская №3»), ПАСТЕРНАК З.Г. (ГХК «Краснолиманская»)

### АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ В ЗОНЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Геологические условия Украинского Донбасса характеризуются наличием значительного количества различного рода нарушений. Основными из них, которые осложняют ведение горных работ, являются разрывные нарушения. Первым, наиболее очевидным их последствием является наличие технологических трудностей при ведении очистных работ. Начиная с определенного значения амплитуды, которое зависит от мощности пласта, нарушение становится непереходимым очистными работами. В связи с этим возникает необходимость дополнительного монтажа-демонтажа выемочного оборудования. Это приводит к значительным материальным и людским затратам. При этом простаивает дорогостоящая техника, а шахта не вы-

дает уголь, который является основным источником денежных поступлений для предприятия.

Вторая, менее заметная, но не менее актуальная проблема, с которой сталкиваются на горном предприятии при наличии разрывных нарушений, заключается в следующем. При монтаже-демонтаже очистных комплексов остаются различного размера и формы угольные целики. Целики остаются и при изменении ориентации выемочных столбов для адаптации их к нарушениям. При этом выемочные столбы оказываются полностью или частично окружены целиками. С точки зрения геомеханики целики являются концентраторами горного давления. Естественно, что выработки обслуживающие очистные забои у геологических нарушений оказываются в зоне повышенного горного давления. При этом их устойчивость значительно снижается, что приводит к необходимости многократного проведения ремонтных работ, на которые также требуются значительные ресурсы.

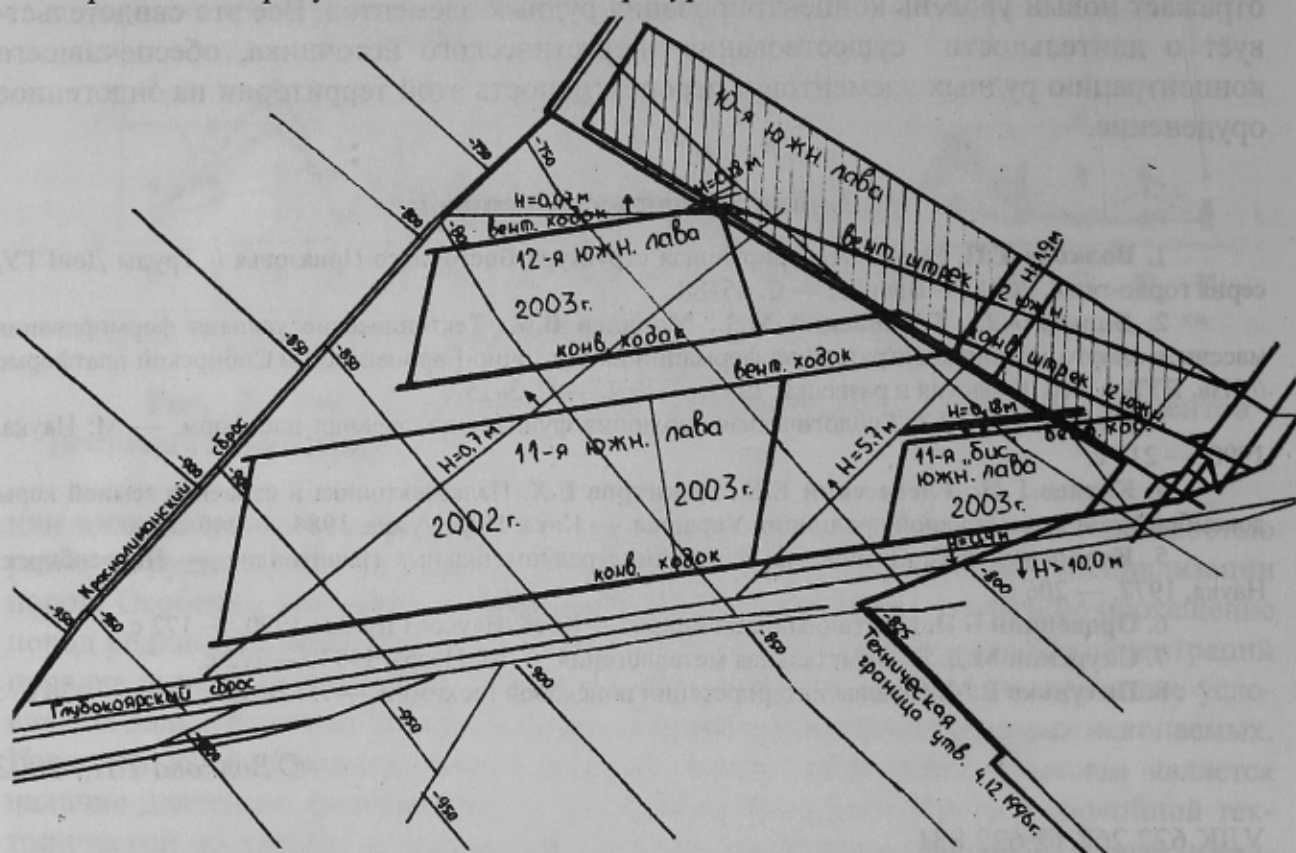


Рис. 1. Выкопировка из плана горных работ шахты «Краснолиманская» по пласту I<sub>3</sub> в районе прирезанных запасов

В данной работе предлагаются результаты анализа горнотехнической ситуации на шахте «Краснолиманская». На рис. 1 приведена выкопировка из плана горных работ по пласту I<sub>3</sub> с предполагаемой программой развития горных работ. Из нее можно видеть, что в пределах прирезанных к шахтному полю и намеченных к отработке запасов имеется ряд геологических нарушений. При этом часть из них являются непреходимыми для очистных работ. Так, в частности, дизъюнктивное нарушение с амплитудой 5,7 м пересекает выемочное поле 11-й южной лавы. Из-за этого поле разделено для отработки двумя лавами. Первоначально предполагается отработка 11 южной лавы длиной 360 м. После подхода к геологическому нарушению предполагается произвести демонтаж комплекса в 11<sup>бис</sup> южную лаву, длиной 190 м.



Конвейерные ходки для указанных лав общие. Вентиляционные ходки у каждой лавы свои.

Следует отметить, что выше технической границы угольный пласт практически полностью отработан. На рис. 1 показано только выработанное пространство 10-й южной лавы. В действительности по угольному пласту выше по падению расположены выработанные пространства от ранее отработанных лав. Эти пространства пересекают непереходимое нарушение, и соответственно разбиты на две части.

Было решено провести геомеханический анализ для выбора рационального места расположения вентиляционного и конвейерного штреков 12-й южной лавы (которые реально будут обслуживать и 11-ю южную лаву). К анализу были приняты два варианта:

1) с расположением штреков в угольном массиве параллельно краю выработанного пространства 10-й южной лавы;

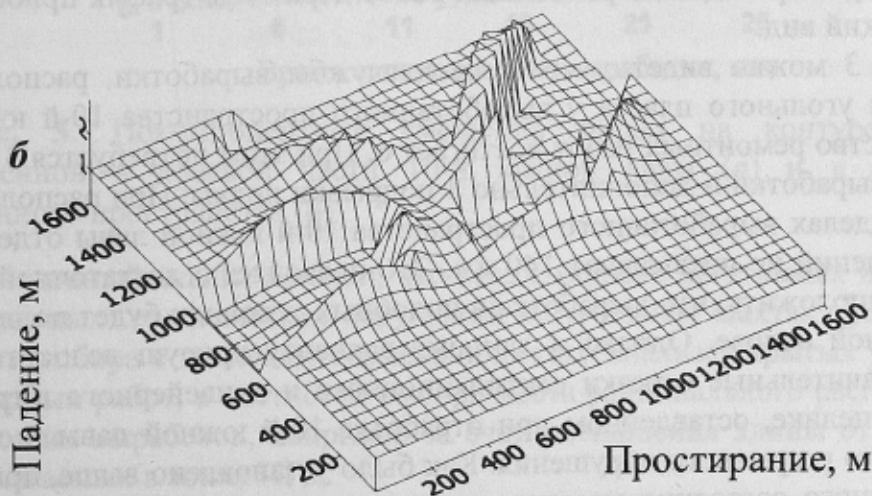
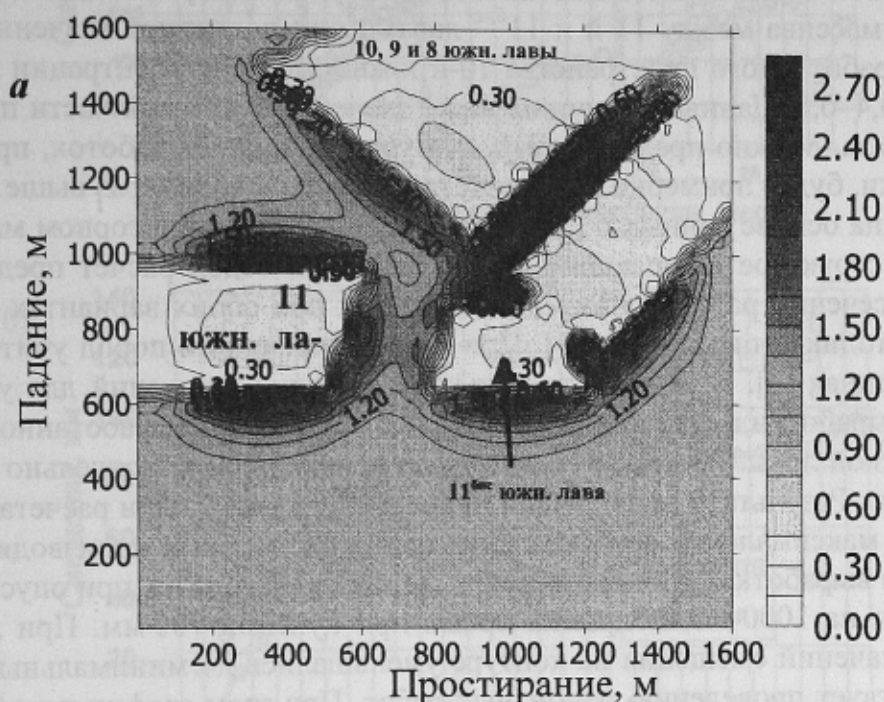


Рис. 2. Распределение изолиний концентраций вертикальных напряжений после отработки 11-й и 11<sup>бис</sup> южных лав

2) расположение указанных выработок в пределах выработанного пространства 10-й южной лавы (как показано на рис. 1).

Для исследований была использована предложенная ранее система геомеханической оценки устойчивости горных выработок при произвольном развитии горных работ [1, 2].

Анализ производился в несколько этапов. Первоначально были рассчитаны параметры напряженного состояния горного массива в рассматриваемой области. На рис. 2 показано для примера распределение вертикальной компоненты напряжений на момент после завершения отработки 11-х южных лав. Можно видеть, что в вытянутом угольном целике между частями 10-й, 9-й и 8-й лав имеют место повышенные концентрации вертикальных напряжений. Здесь они достигают значений 2,3–2,6. Естественно, что состояние выемочных выработок в данных зонах будет существенно хуже, чем в нетронутом массиве.

В краевой части 10-й южной лавы концентрации напряжений составляют 1,6–1,9. В части массива между 11-й и 11<sup>бис</sup> лавами они достигают значения 1,3–1,5. В пределах выработанного пространства 10-й южной лавы концентрации напряжений составляют 0,4–0,5. Данные величины ниже значений в краевой части пласта у 10-й лавы в 3–4 раза. Можно предположить, что устойчивость выработок, пройденных в зоне разгрузки, будет примерно в соответствующее количество раз выше.

Далее на основе данных о распределении напряжений в горном массиве и информации о структуре вмещающих пород был произведен расчет предполагаемых смещений в сечении рассматриваемых выработок при обоих вариантах их расположения по методике описанной в [3]. При расчете прочность пород учитывалась как средневзвешенная [4]. В результате получены графики смещений для условий расположения выработки в краевой части угольного пласта и в выработанном пространстве 10-й южной лавы. Расчеты конвергенции осуществлялись отдельно для кровли, боков и почвы. Результаты вычислений приведены на рис. 3. При расчетах смещений были заданы максимальные значения смещений, при которых производятся ремонтные работы в выработках. Полное перекрепление производится при опускании кровли выработки на 1000 мм, подрывка почвы при пучении 700 мм. При достижении указанных значений смещения на контуре уменьшались до минимальных значений, что соответствует проведению ремонтных работ. При этом график приобретает квазипериодический вид.

Из рис. 3 можно видеть, что за срок службы выработки, расположенной в краевой части угольного пласта у выработанного пространства 10-й южной лавы, общее количество ремонтных работ достигает 6. При этом потребуется 3 полных перекрепления выработки и дополнительно 3 подрывки почвы. При расположении выработки в пределах выработанного пространства 10-й южной лавы отдельные компоненты смещений не превышают 140 мм. Это позволяет с достаточной долей уверенности предположить, что выработка в подобных условиях будет поддерживаться на безремонтной основе. Однако и данному варианту присущ недостаток. Дело в том, что незначительные отрезки вентиляционного и конвейерного штреков будут находиться в целике, оставленном при отработке 10-й южной лавы в окрестности непереходимого разрывного нарушения. Как было установлено выше, при определении напряженного состояния массива, концентрация вертикальных напряжений в этих целиках достигает значения 2,3–2,6. Анализ смещений показал, что на рассматриваемых отрезках выработок необходимо будет проведение до 5 перекреплений и четырех подрывок почвы, при условии соблюдения критических значений смещений. Таким образом, при первом варианте расположения выработок общее количест-



во ремонтных работ меньше, но их проведение требуется по всей их длине. Для второго варианта значительная по длине часть выработок не потребует проведения ремонтных работ, за исключением отрезка, пересекающего целик. Это позволяет в качестве рационального варианта признать вариант с расположением вентиляционного и конвейерного штреков 12-й южной лавы в пределах выработанного пространства отработанной 10-й южной лавы.

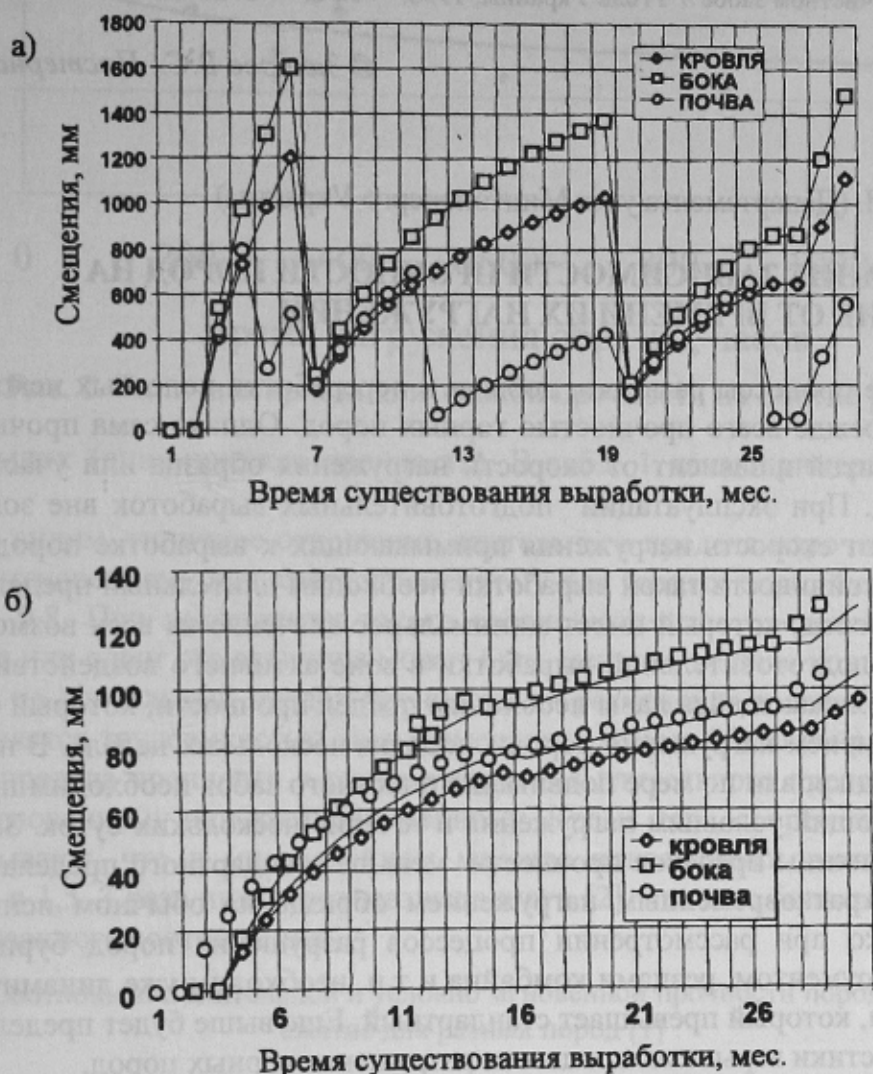


Рис. 3. Покомпонентные смещения пород на контуре выработки, расположенной в краевой части 10-й южной лавы (а) и в пределах ее выработанного пространства (б)

Проведенный анализ показал, что весь комплекс негативных последствий наличия разрывных геологических нарушений на угольных шахтах следует преодолевать за счет выбора с помощью геомеханического анализа скрытых резервов в планировке горных работ, в частности выборе места рационального расположения подготавливающих выработок, например за счет уменьшения длины отрезков выработок, располагаемых в зонах ПГД.

#### Библиографический список

1. Ведение работ при обрушениях кровли в очистных забоях пологих пластов / Ю.М.Халимендик, И.Е.Иванов, Н.А.Добровольский, С.А.Воронин, В.С.Захаров. — Донецк: ДонУГИ, 2000. — 128 с.

2. Назимко В.В., Захаров В.С. Оценка напряженно-деформированного состояния толщи при произвольном порядке и очередности отработки запасов в свите пластов // Уголь Украины, 2001. — № 8. — С. 21–23.

3. Назимко В.В., Захаров В.С. Методика расчета конвергенции на контуре подготовительной выработки, основанная на принципе эквивалентной геомеханической ситуации // Геотехническая механика, 2001. — № 26. — С 53–59.

4. Назимко В.В., Вишневецкий В.В., Грядущий Ю.Б., Бугара М.И. Критерий устойчивости пород кровли в очистном забое // Уголь Украины, 1996. — № 8. — С. 20–22.

© Захаров В.С., Пастернак З.Г., 2002

УДК 622.831

КРАСЬКО Н.И. (Департамента угля Минтопэнерго Украины)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ ПОРОД НА РАСТЯЖЕНИЕ ОТ ВРЕМЕНИ ИХ НАГРУЖЕНИЯ**

Многие процессы разведки, добычи и переработки полезных ископаемых определяются прежде всего прочностью горных пород. Однако сама прочность не является константой и зависит от скорости нагружения образца или участка массива горных пород. При эксплуатации подготовительных выработок вне зоны влияния очистных работ скорость нагружения примыкающих к выработке пород нулевая, и для оценки устойчивости такой выработки необходим длительный предел прочности вмещающих пород, который имеет минимальное значение из всех возможных. При поддержании подготовительной выработки в зоне активного воздействия опорного давления приближающейся лавы необходим предел прочности, который бы характеризовался временем нагружения породы порядка нескольких недель. В процессе обрушения пород кровли по мере подвигания очистного забоя необходим предел прочности, отвечающий условиям нагружения в течение нескольких суток. Заметим, что указанные величины пределов прочности меньше стандартного предела прочности, получаемого кратковременным нагружением образца на обычном испытательном прессе. Однако при рассмотрении процессов разрушения пород бурильным или ударным инструментом, резцами комбайна и т.п. необходим уже динамический предел прочности, который превышает стандартный. Еще выше будет предел прочности для характеристики взрывных процессов разрушения горных пород.

Согласно [1] можно считать, что при нагружении образца породы в течение 1000 часов достигается длительный предел прочности, который имеет минимальное значение из всех возможных величин. Обычно предел длительной прочности горных пород определяется из серии опытов на сжатие или изгиб. При изгибных нагрузках определяют предел прочности на растяжение. При заданной нагрузке на образец регистрируют время от начала его нагружения до момента разрушения. Исходя из разных уровней нагрузки и времени разрушения образца, строят кривую длительной прочности в координатах «время разрушения — предел прочности».

На рис. 1 длительный предел прочности на сжатие алевролита имеет типичную логарифмическую затухающую зависимость от времени и составляет 0,67 от условно мгновенного. Поэтому обычно рекомендуют строить зависимость прочности от времени разрушения образца в полулогарифмических координатах. Обычно условно мгновенный предел прочности определяют при скорости нагружения образца порядка 0,1–1 МПа/с и с этой величиной сравнивают опыты по определению прочности при очень малых скоростях нагружения (длительной прочности) или