

## ВЛИЯНИЕ РАЗРЫХЛЕНИЯ ПОРОД НА РАЗВИТИЕ ЗОНЫ НЕУПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ВБЛИЗИ ВЫРАБОТОК

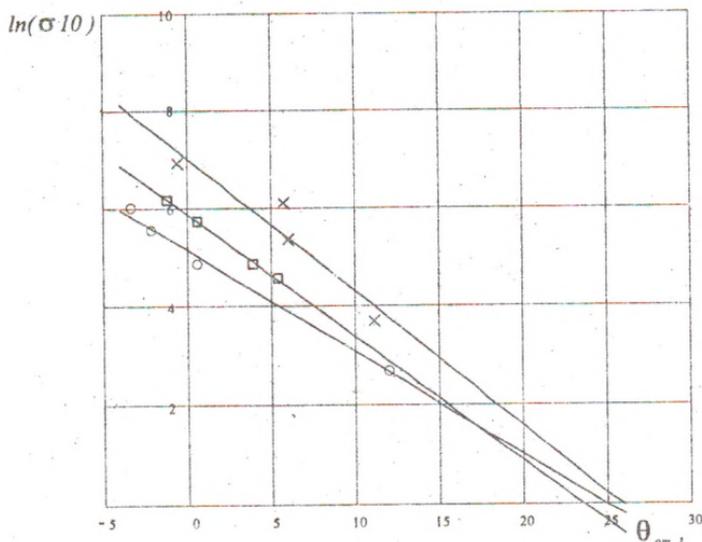
Зв'язок остаточної несучої здатності порід із розпушенням в умовах різних бокових навантажень вказує на наявність граничного розпушення та зникнення остаточної несучої здатності. Розглянуто вплив цього явища на розміри зони непружних деформацій поблизу виробки.

Из известных факторов остаточная несущая способность и разрыхление пород в наибольшей степени влияют на размеры зон неупругих деформаций вблизи выработок. В общепринятых моделях, например [1], остаточная прочность на контуре выработки считается постоянной и берется из результатов предельных испытаний горных пород на одноосное сжатие. Разрыхление пород к моменту выхода процесса деформирования на остаточную прочность для таких испытаний зачастую меньше разрыхления пород приконтурной зоны выработок, получаемых по данным натурных исследований даже вне зон влияния очистных работ. Это обусловлено, с одной стороны, влиянием трудно учитываемых контактных условий и масштабного фактора, с другой – влиянием начальных зазоров между контуром выработки и крепью, а также крайне неэффективным режимом работы последней.

На рисунке 1 представлены зависимости натуральных логарифмов остаточной прочности от относительной объемной деформации при боковых давлениях в диапазоне 0...11,5 МПа к моменту выхода процесса деформирования образцов на остаточную прочность, для аргиллита из почвы пласта  $h_8$  ш. им. Володарского, алевролита из основной кровли пласта  $C_2^h$  ш. им. Сташкова, гипса V пласта Артемовского месторождения. Там же приведены параметры аппроксимации экспериментальных данных прямыми линиями. Учитывая высокую степень корреляции зависимостей (для аргиллита коэффициент корреляции  $K_{корр}$  равен 0,947, для алевролита - 0,995, для гипса - 0,999) можно заключить, что для этих пород при объемной деформации, равной 5,5...12 % (или при коэффициенте разрыхления 1,055...1,12), начинается снижение остаточной несущей способности, характерной для одноосного сжатия. При объемной деформации  $\epsilon_0 \approx 25$  % остаточная несущая способность стремится к нулю ( $\sigma_{ост} = 0,1$  МПа).

Для оценки влияния эффекта исчезновения остаточной прочности вблизи контура выработки на размеры зоны неупругих деформаций, в связи с перерыхлением пород, составлена модель. Радиус зоны восстановления остаточной прочности  $r^*$  определяется коэффициентом  $K_2$  в долях от радиуса зоны неупругих деформаций  $r_L$ . Радиус зоны отсутствия остаточной прочности, определяемый размерами блоков пород на контуре выработки, учитывается коэффициентом  $K_1$  в долях от  $r^*$ . Скорость восстановления остаточной прочности в пределах соответствующей зоны регулируется показателем степени  $n$ . Для исходных условий  $A = 3$ ,  $\sigma_{ост} = 0,1$ ,  $n = 1$ ,  $P = 0,005$ , где  $A$  – параметр, зависящий от внутреннего трения,  $P$  – отпор крепи, на рис. 2 приведены зависимости разме-

ров зон неупругих деформаций  $r_L$  от прочности на одноосное сжатие  $\sigma_{сж}$  при различных  $K_1$  и  $K_2$ . Величины  $\sigma_{сж}$ ,  $\sigma_{ост}$  и  $P$  нормированы по  $\gamma H$ .



Точки пересечения с осью OX

- xxx - аргиллит из почвы пласта  $h_8$  ш. им. Володарского,  $K_{корр} = 0,947$ ;
- - алевролит из основной кровли пласта  $C_8^n$  ш. им. Сташкова,  $K_{корр} = 0,995$ ;
- ooo - гипс V пласта Артемовского месторождения,  $K_{корр} = 0,999$ .

Рис. 1 - Зависимости логарифма остаточной прочности от объемной деформации горных пород в нарушенном состоянии при различных боковых давлениях:

Первое семейство кривых (2 а) характеризует случаи с нулевой толщиной зоны отсутствия остаточной прочности и изменяющихся от 1 до 0,2 размерах зоны восстановления остаточной прочности. Второе семейство кривых (2 б) относится к случаям изменяющихся размеров зоны отсутствия остаточной прочности от 0 до 0,15 при полном восстановлении остаточной прочности на контуре зоны неупругих деформаций. Третье семейство (2 в) – изменение размеров зоны отсутствия остаточной прочности от 0 до 0,4, но при восстановлении остаточной прочности на расстоянии 0,4 размеров зоны неупругих деформаций, четвертое (2 г) - на расстоянии 0,5 размеров зоны  $r_L$ .

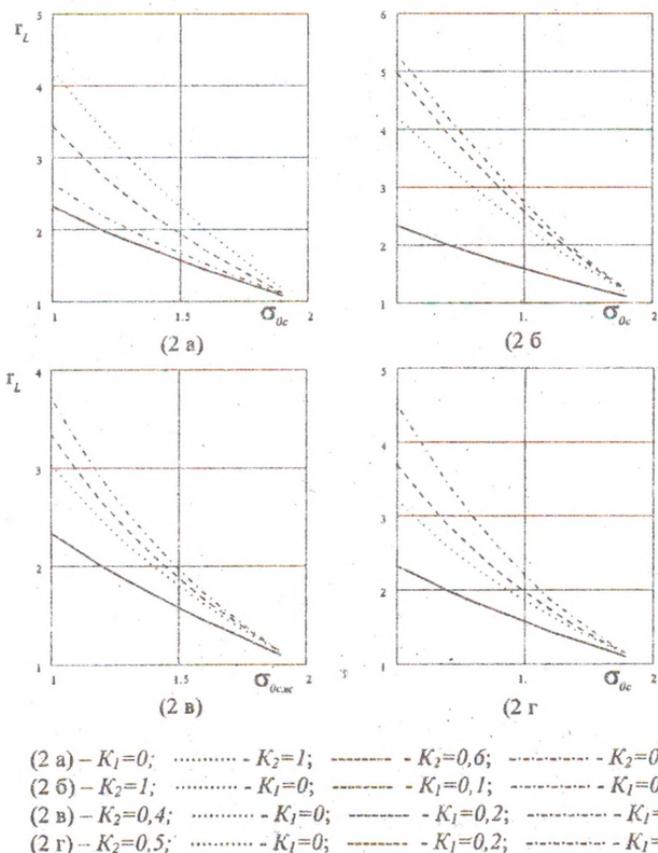


Рис. 2 - Влияние переразрыхления пород на зависимости размеров зон неупругих деформаций от прочности при  $\sigma_{ост}=0,1$ ,  $A=3$ ,  $P=0,005$ ,  $n=1$

Нижние кривые в семействах (сплошные линии) построены согласно традиционной модели, рассмотренной в [1] для случая  $M/E = \infty$  и рассчитаны по формуле:

$$r_L = \left( \frac{P_L + \frac{\sigma_{ост} \cdot \sigma_{сж}}{A-1}}{P + \frac{\sigma_{ост} \cdot \sigma_{сж}}{A-1}} \right)^{\frac{1}{A-1}},$$

где  $P_L = (2 - \sigma_{сж})/(A+1)$ .

Возникновение зоны граничного разрыхления на контуре выработки, сопровождающееся исчезновением остаточной прочности, по сравнению с традици-

онной моделью, приводит к существенному (в отдельных случаях – более, чем вдвое) увеличению размеров зон неупругих деформаций вблизи выработок. Последнее объясняет одну из причин "дальнодействия" зон влияния выработок при традиционном креплении и указывает на первоочередную задачу предотвращения переразрыхления пород приконтурной зоны выработок, а как результат – сохранение остаточной несущей способности пород.

Для натуральных условий, по сравнению с результатами лабораторных экспериментов, величина граничного разрыхления пород на контуре выработки, характеризующаяся исчезновением остаточной несущей способности, требует определенной корректировки в сторону уменьшения, связанной с особенностями разрыхления пород контура, характерными размерами и формой образующихся блоков.

Решение уравнений модели, обработка экспериментальных данных и построение графиков выполнены в среде Mathcad Professional 7.0 [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В.В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок. - Киев: Наук. думка, 1985. - 192 с.
2. Очков В.Ф. Mathcad 7 Pro для студентов и инженеров. - М.: КомпьютерПресс, 1998. - 384 с.

УДК 662.61:622.33

В.И. Елисеев, Т.А. Толстопят

### ГОРЕНИЕ УГОЛЬНОЙ ЧАСТИЦЫ

В роботі у рамках теорії зведеної плівки представлена математична модель горіння вугільної частинки з урахуванням кінетики хімічних процесів, які відбуваються на зовнішній поверхні а також в тріщинах та порах. На основі отриманих систем рівнянь проведені розрахунки розподілу температур та концентрацій компонентів у самої частинки та в її околі.

Горение угля и, в частности, угольных частиц давно уже привлекает внимание исследователей. Это связано с большим интересным комплексом теоретических задач, которые объединяют в себе и физико-химические явления и тепло-массообменные процессы. Этот круг задач имеет громадное практическое значение, вследствие чего данному вопросу посвящено значительное количество работ, например [1-4], в которых определены основные химические реакции, выписаны уравнения тепло-массообмена, получены приближенные решения, приведены важные результаты экспериментальных исследований.

В настоящее время в связи с проблемами газификации угля вопросы горения угольных частиц представляются по-прежнему актуальными и требуют детальных проработок. В данной работе на основе современных представлений о гетерогенном горении и химизме процесса составлена математическая модель, учитывающая массообменные процессы на внешней и внутренних поверхностях в трещинах и порах частицы, а также кинетику химических реакций в прилегающем к частице объеме.

1. Основные уравнения процесса, проходящего во внешней области. Используя модель приведенной пленки [3], выпишем уравнение, описывающее движение и теплообмен в окрестности частицы