

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЧАЛА ОБРАЗОВАНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ЗОН В НЕОДНОРОДНО-ТРАНСТРОПНОМ ВЕСОМОМ МАССИВЕ ВОКРУГ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Из-за малости экспериментальных данных о прочностных и физико-механических свойствах горных пород транстропного строения мы поступили следующим образом. Поскольку имеются некоторые экспериментальные предельные данные для горных пород транстропного строения, то применительно к нашей задаче для нахождения пластических зон, распространяющихся в направлениях вдоль (параллельно) и вкост (перпендикулярно) слоев плоскости изотропии, мы можем определить неизвестные параметры $c_{\perp}$, $c_{\parallel}$, $\varphi_{\perp}$, $\varphi_{\parallel}$, используя круги Мора по [1], распространив для такого массива (рис. 1 а, б).

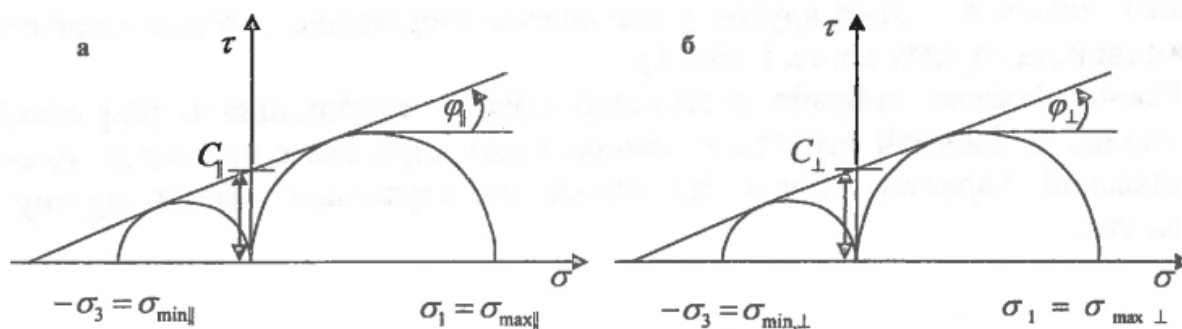


Рис. 1. Круги Мора для нахождения параметров пластичности:
а – вдоль, б – вкост слоев плоскости изотропии

Теперь мы можем записать и обобщить условие пластичности Кулона-Мора для транстропного массива в следующем виде:

$$\tau_{\perp c} = \sigma_{\perp c} \operatorname{tg} \varphi_{\perp} + C_{\perp}, \quad (1)$$

$$\tau_{\parallel c} = \sigma_{\parallel c} \operatorname{tg} \varphi_{\parallel} + C_{\parallel}. \quad (2)$$

Порядок расчета: по МКЭ находим

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}; \quad (3)$$

если $\tau_{\max} \geq \tau_{\perp c}$, то пластические зоны развивается перпендикулярно слоям (вкост слоев);

если $\tau_{\max} \geq \tau_{\parallel c}$, то пластические зоны развивается параллельно слоям (вдоль слоев).

Группа известных ученых Института горного дела Сибирского отделения РАН в результате исследования установила новое явление разрушения пород. Авторами этого открытия №400 являются Е.И. Шемякин, В.Н. Опарин, М.В. Курленя, Ю.С. Кузнецов, Г.Л.Фищенко, В.Н. Рева, Ф.П. Глушихин, М.А. Розенбаум, Э.П. Тропп [2]. В некоторых работах, опубликованных в последнее десятилетие, замечено появление вокруг выработок областей повышенных и

пониженных напряжений (сжимающих и растягивающих), а также зафиксировано возникновение в массиве вокруг выработок трещин.

Большую глубину разработки следует принимать как критическую глубину, при которой начинают возникать динамические явления вокруг одиночных выработок, а также проявляться пластическое деформирование пород вследствие концентрации напряжений и перемещений поверхности выработки. Таким образом, можно сказать, что основным признаком проявления горного давления на глубоких горизонтах является переход горных пород вокруг выработки в некоторое критическое, так называемое, предельное напряженное состояние.

Экспериментальные исследования, выполненные в 80-е годы, показывают, что на глубоких горизонтах в предельное состояние переходят большие области в окрестности выработок и что глубина разработки начинает непосредственно влиять на как на размеры этих областей, так и на состояние пород в них. В результате этого при проведении выработок на глубоких горизонтах в условиях большой напряженности породного массива, находящегося на контуре выработки в предельном состоянии, происходят образования вокруг выработки: кольцеобразные чередующиеся зоны ненарушенных I–III и сильно нарушенных, раздробленных IV пород (рис. 2). Они обуславливаются раскалыванием горной породы по направлению наибольших по величине главных напряжений в области пика опорного давления, раскрытием возникающих трещин и разрушением породы в этой области /2/.

Обнаружение явления зональной дезинтеграции горных пород вокруг выработок на большой глубине явилось прямым экспериментальным доказательством перехода пород в предельное состояние в глубине массива при образовании в нем трещин.

В соответствии с разработанными в работе /3/ алгоритмами метода конечных элементов в следующих рисунках показаны области пластических зон, определенные путем предельного перехода по обобщенному критерию Кулона-Мора (1)-(2), для транстропного массива, возникающие в угольном пласте вокруг контура выработки.

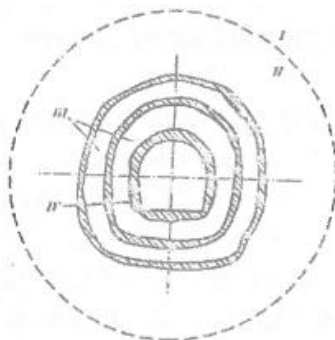


Рис. 2. Схема образования вокруг выработки областей с различным состоянием пород /1/

Анализ закономерностей предельных состояний в угольном пласте вокруг незакрепленной (рис. 3, а, б, в) и закрепленной (рис. 3, г) выработок для различных глубин заложения позволяет констатировать следующее: когда угольный пласт занимает ограниченное пространство размером 6х6 м при

глубине заложения 500 м (рис. 3, а), предельные зоны появляются вдали от контура преимущественно в боковых областях от сжимающих напряжений. Незначительные предельные зоны на кровле и в почве выработки появляются от растягивающих напряжений. С увеличением глубины заложения при 700 м (рис. 3, б) и 1000 м (рис. 3, в) наблюдается увеличение количества и размеров зон предельных состояний массива вокруг выработки. На глубине 1000 м по сравнению с предыдущими глубинами заложения выработки заметно увеличиваются области, в некоторых местах происходит слияние предельных областей. С глубиной происходит приближение и сгущение предельных зон вблизи контура незакрепленной выработки.

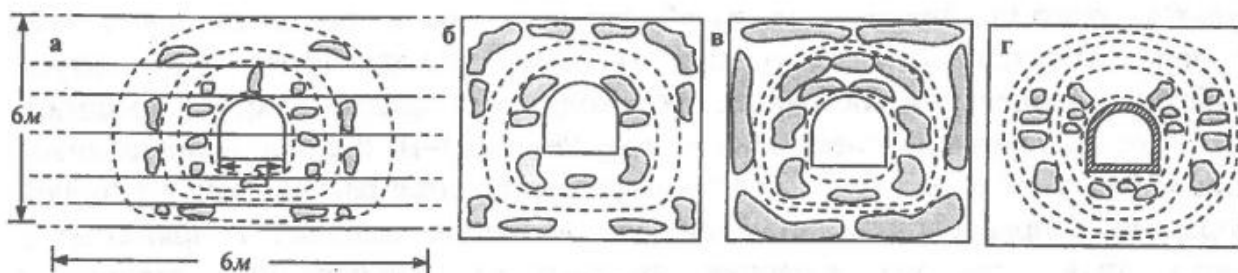


Рис. 3. Зоны перехода в предельное состояние массива на контуре незакрепленной выработки. Глубины заложения: а – 500 м; б – 700 м; в – 1000 м в угольном пласте размером 6х6 м:
г) предельные зоны вокруг закрепленной выработки на глубине заложения 500 м

В случае закрепления контура выработки бетонной крепью (рис. 3, г) на глубине 500 м по сравнению с незакрепленным контуром (рис. 3, а) количество зон предельных состояний уменьшается, но заметно сильное приближение к контуру выработки. При этом в областях кровли предельные зоны отсутствуют, а в угловых областях видны наибольшие по размеру предельные зоны.

Во всех рассмотренных вариантах зоны предельного перехода не достигают границы контура выработки.

Закономерности образования предельных состояний вблизи выработки от тектонических сил /2/

Сравнивая закономерности образования предельных зон в угольном пласте вокруг выработки при геостатической нагрузке, замечаем, что горизонтально направленные тектонические силы в значительной степени сказываются на форме, характере и размерах зон (рис. 4, а). Во-первых, размеры зон состояний предельного перехода увеличиваются с удалением от приконтурной области. Во-вторых, количество одинаково увеличивается во всех радиальных направлениях угольного пласта.

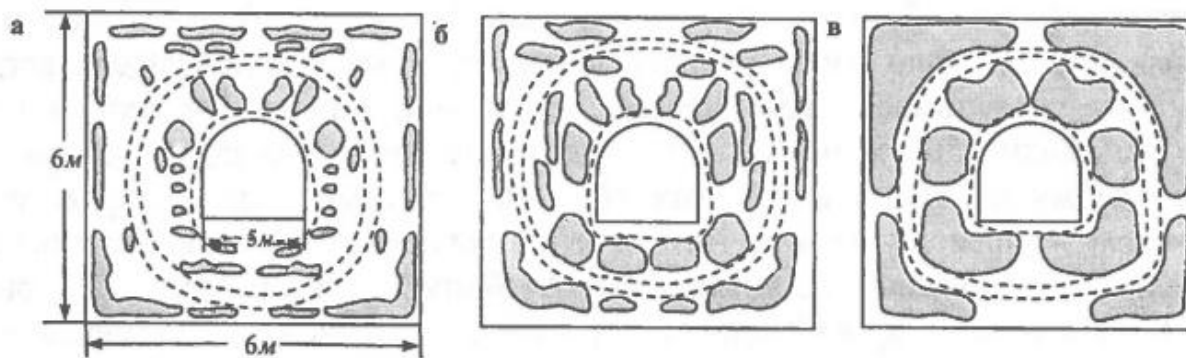


Рис. 4. Образование зон предельного перехода вокруг незакрепленной выработки. Глубины заложения: а – 500 м; б – 700 м; в – 1000 м в угольном пласте размером 6х6 м

На глубине 700 м (рис. 4, б) по сравнению с предыдущими глубинами размеры предельных зон расширяются и становятся намного больше, нежели при геостатической нагрузке (рис. 3, б). Наблюдается слияние и значительное увеличение размеров предельных зон вокруг выработки и во всей области угольного пласта (рис. 5, в) по сравнению с предыдущими глубинами (рис. 4, а и 4, б), а также при геостатической нагрузке (рис. 3, в).

Концентрация напряжений и образование зон состояний предельного перехода массива вокруг выработок образуются с течением времени, которое исчисляются неделями, месяцами и годами. Поэтому, если сразу закрепить контур крепью, то характер закономерности появления предельных зон вокруг выработки будет отличаться от характера незакрепленного контура выработки.

В монографии А.Н. Зорина, Ю.М. Халимендика и В.Г. Колесникова [2] говорится о том, что на глубоких горизонтах в предельное состояние переходят большие области в окрестности выработок и что глубина разработки начинает непосредственно влиять как на размеры этих областей, так и на состояние пород в них. В результате этого при проведении выработок на глубоких горизонтах в условиях большой напряженности породного массива, находящегося на контуре выработки в предельном состоянии, происходит образование вокруг выработки кольцеобразных чередующихся зон ненарушенных и сильно нарушенных, раздробленных пород.

По результатам заметно, что происходит зональная дезинтеграция по Е.И. Шемякину, пунктирными линиями на всех вышеуказанных рисунках с учетом геостатических и тектонических воздействий показано чередование нарушенных и ненарушенных зон. Таким образом, во всех рассмотренных вариантах основным признаком является появление вокруг выработки зон ненарушенных и сильно нарушенных пород в угольном пласте. Анализ полученных результатов подтверждает достоверность исследования.

Список литературы

1. Турчанинов И.А., Иофис М.В., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. – Л: Недра, 1977. – 503 с.
2. Зорин А.Н., Халимендик Ю.М., Колесников В.Г. Механика разрушения горного массива и использование его энергии при добыче полезных ископаемых. – М: Недра, 2001. – 413 с.
3. Баймахан Р.Б. Расчет сейсмонапряженного состояния подземных сооружений в неоднородной толще методом конечных элементов / Под ред. Ш.М. Айталиева. – Алматы: Даур, 2002. – 231 с.