

дых тел. – М.: Наука, 1974. – 560 с

5. Степанов В.А., Бернштейн В.А. и др. Кинетика деформирования полимеров. – Механика композитных материалов, 1980, №4. – С.579-584.

6. Bradey T.E., Yang S.Y. Mechanism of yielding and cold flow in glassy polimers.- J Macrcjmtch/ Sci. Phys., 1974, vol. 9, N 4, pp. 658-698.

7. Ставрогин А.Н. Исследование природы деформации и разрушения горных пород/тр. ВНИМИ № 86. – Л.: ВНИМИ, 1980. – С. 23-35.

8. Веклер Ю.А. Исследование больших деформаций ползучести... - Дисс. докт. техн. наук. – Караганда: КПИ, 1971. – 380 с.

9. Качанов Л.М. Основы механики разрушения.- М.: Наука, 1974. – 312 с.

10. Работов Ю.Н. О механизме длительного разрушения./ В сб. Вопросы прочности материалов и конструкций. – М.: Стройиздат, 1952. – С. 37-45.

11. Новожилов В.В. О перспективах феноменологического подхода к проблеме разрушения. – В сб.: XII Межд. конгр.сс по теор. и прикл. механике. – М.: Наука, 1972. –С.9-20.

12. Москвитин В.В. Некоторые вопросы длительной прочности вязкоупругих тел. – Проблемы прочности, 1971, №2. – С. 36-43.

13. Исакабаев А. И. - Интегральное представление кинетики повреждения материалов. - Известия РАН. Сер. Механика твердого тела N 2, 15/04/2002 г. – С. 56-63.

14. Литвинский Г.Г. К вопросу о механизме хрупкого разрушения в задачах о развитии зоны запредельных деформаций./ Труды Всес. науч. конф. Физика горных пород и процессов. – М.: МГИ, 1971. С.93-97.

15. Лоскутов О.Д. Исследование длительного разрушения горных пород в горных выработках. – Дисс. канд. техн. наук. – М.: МГИ, 1973. – 143 с.

16. Журило А.А. Учёт трещиноватости пород на устойчивость кровли в очистном забое. – Технология добычи угля подз. способом, 1975 №8. – С. 12-15.

17. Герасименко В.И. Исследование процессов разрушения породных целиков. – Дисс. канд. техн. наук. – М.: МГИ, 1978. – 141 с

18. Курман С.А. Исследование реономных параметров хрупкого разрушения горных пород. – Дисс. канд. техн. наук. – ИГД им. А.А. Скочинского, 1979. – 196 с

19. Литвинский Г.Г. Теория структурного строения трещиноватой породы / Матер. межд. конф. «Форум горняков-2011». – Днепропетровск: НГУ, 2011. – С. 7-15.

20. Ержанов Ж.С. Теория ползучести горных пород и её приложения. – М.: Наука, 1964. - 243 с.

О ПАРАМЕТРАХ ФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОГО УГЛЯ ПО РАДИАЛЬНО-ПОСЛОЙНОМУ МЕХАНИЗМУ ВБЛИЗИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО НАРУШЕНИЯ

Р.А. Дякун, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, Украина

На основе разработанного метода моделирования динамического разрушения предельно напряженных образцов угля вблизи тектонического нарушения получены данные о параметрах характеризующих инициирование разрушение угля.

Известно, что внезапные выбросы угля и газа происходят в тех зонах, которые занимают двадцатую часть площади разрабатываемых угольных пластов, а именно, в зонах находящихся рядом с областями тектонических нарушений. Вблизи тектонических нарушений, в большинстве своем, горные породы имеют повышенное горное давление, которое превышает геостатическое давление в среднем в 1,5 - 2 раза [1]. Поэтому, одним из факторов инициирования динамического разрушения в первую очередь связано с особенностями нестационарного изменения напряженного состояния угля вблизи тектонического нарушения.

Вблизи тектонического нарушения в массиве наблюдается повышенное значение напряжений и

при внедрении горной выработки в эту зону происходит донагружение массива впереди забоя за счет опорной зоны вокруг выработки [2]. Вмещающие угольный пласт породы вблизи тектонического нарушения обладают пониженными прочностными характеристиками. А в целом, при увеличении напряженного состояния и концентрации напряжений во вмещающих угольный пласт породах резко увеличивается количество образующихся заколов, что в свою очередь приводит к каскадному динамическому изменению (разгрузке) величины напряжений сжатия угольного пласта как в зоне влияния выработки, так и в зоне тектонического нарушения.

Целью работы является моделирование динамического разрушения предельно напряженного угля с использованием разработанных в Институте геотехнической механики им. Н.С. Полякова «Методики динамического разрушения угля за пределами прочности» [3-6], а также «Методики моделирования гидроразрыва оргстекла» [7] в лабораторных условиях, с помощью которых возможно физическое моделирование нестационарных процессов в предельно напряженных угольных образцах при нагружении их нарушенными внутренними трещинами разнообразной конфигурации оргстеклом на гидравлическом прессе.

При достижении предела прочности оргстеклом, нарушенным внутренней трещиной, будут получены данные о степени изменения напряженного состояния в угольных образцах при моделировании образования заколов в вмещающих угольный пласт породах при инициировании динамического разрушения угля с образованием тонкодисперсных фракций.

Моделирование производилось на прессе типа П-50, на образцах угля изготовленных из угля отобранного из пласта m_3 шахты им.А.Ф.Засядько.

В работе приведены результаты лабораторного моделирования обрушения тектонически нарушенной основной кровли при отходе очистного забоя от разрезной печи на расстояние около 40 м (рис.1, 2). При анализе результатов моделирования видно, что образование закола в основной кровле происходит вблизи зоны ее нарушенности. При этом инициирование динамического разрушения угля происходит сразу как в забое, так и на границе разрезной печи (рис.1, 2). Образование закола произошло вблизи границы трещины нарушения в оргстекле в зоне повышенных концентрации напряжений.

Наибольшая опасность при разгрузке проявляется в том, что при незначительной разгрузке предельно напряженного угля, находящейся в сжатом состоянии, деформация практически отсутствует, что видно на рис.2а участок ВК на графике «напряжение – деформация». А при незначительной динамической разгрузке вероятность проявления динамического разрушения угольного образца велика, что показано в работах [2-6]. На рис.2б показан процесс резкой разгрузки при образовании заколов в оргстекле, который нарушен внутренними трещинами, при нагружении совместно с двумя образцами угля, что представлено на рис.1а-1е.

На рис.1а показано напряженное состояние вблизи забоя и разрезной печи на момент начала нагружения. На рис.1б представлена модель распределения концентрации напряжений перед образованием закола в основной кровле. На рис.1в представлено перераспределение напряженного состояния в оргстекле при образовании закола в основной кровле вблизи трещины образованной ранее при гидроразрыве. На рис.1д –1е показано повторное образование закола в оргстекле при моделировании динамического разрушения предельно напряженного угля.

При этом, что характерно, динамическое разрушение до уровня тонкодисперсных фракций при образовании заколов произошло в обоих образцах, т.е. источником внезапного газовыделения при образовании заколов в кровле может быть не только забой, но и краевая часть угольного пласта в районе заложения разрезной печи.

Впервые проведены лабораторные исследования динамического разрушения предельно напряженного угля с образованием тонкодисперсных фракций вблизи тектонического нарушения за счет быстрой (порядка 0,06 с и менее) разгрузки пласта угля от сжимающих угольный пласт вмещающих пород.

На модели установлено, что разгрузка от сжимающих напряжений вблизи тектонического нарушения в условиях высокой концентрации напряжений за время порядка 0,03с и менее достигает уровня 20-40% от уровня вертикальных напряжений перед разгрузкой.

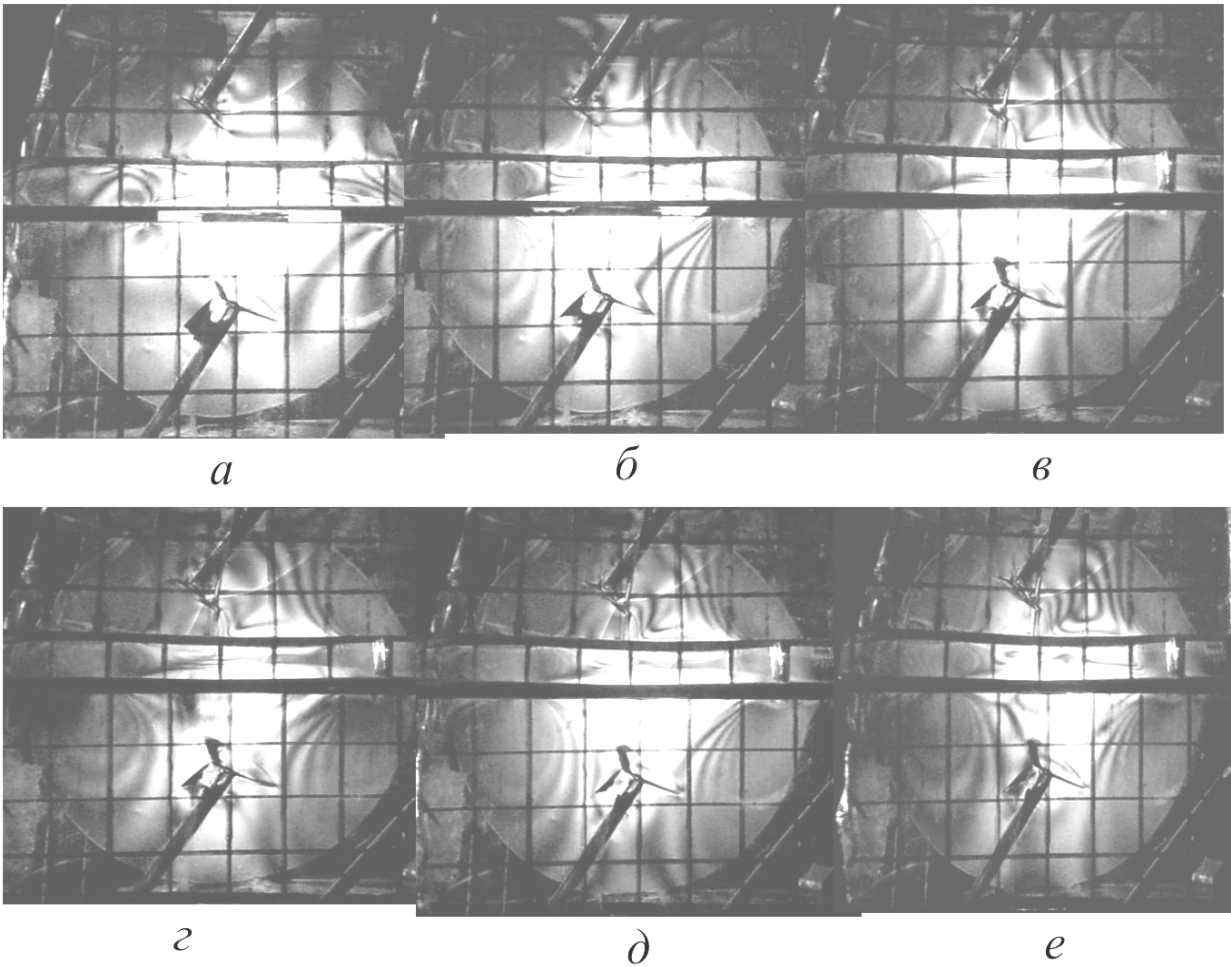


Рис. 1. Параметры изменения напряженного состояния при образовании заколов в основной кровле

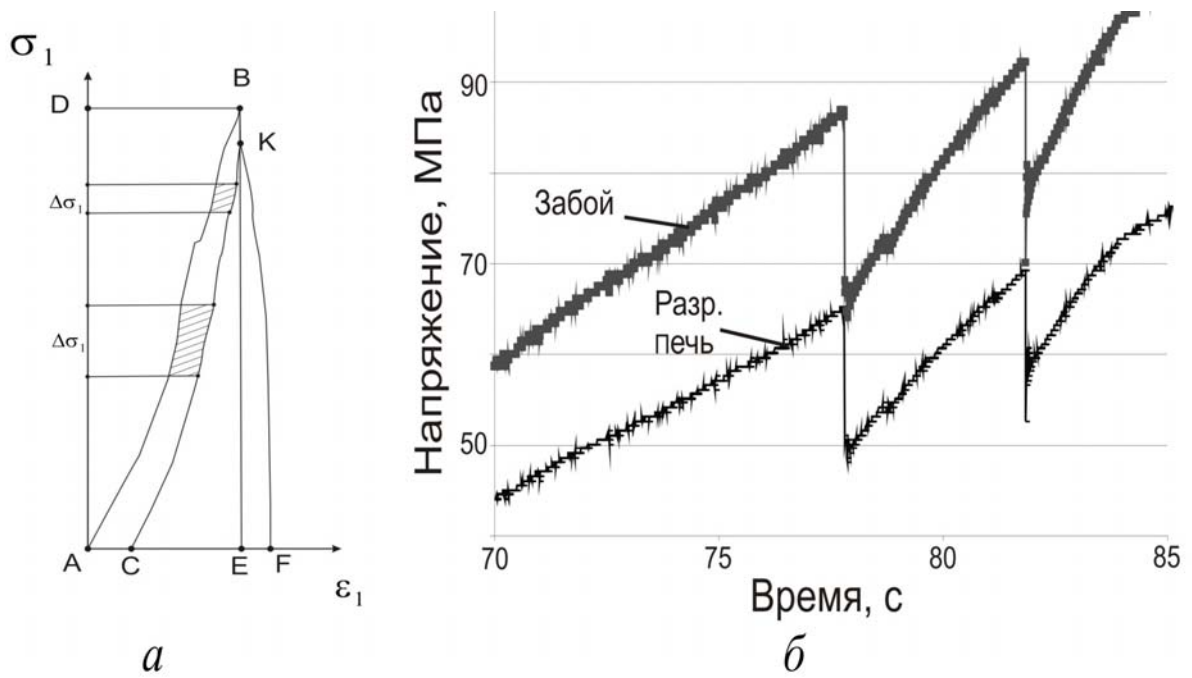


Рис.2. Анализ параметров разгрузки предельно напряженного угля при образовании заколов в основной кровле

В предложенном методе моделирования разгрузка предельно напряженного угля происходит за счет повышения напряженного состояния слоев вмещающих пород, которые находятся во влиянии зоны повышенного горного давления.

Показано, что радиально-послойное динамическое разрушение предельно напряженного угля с образованием тонкодисперсных фракций вблизи тектонического нарушения может реализовываться при уровне усредненных напряжений сжатия угля 60-70 МПа, что соответствует напряжениям в реальном горном массиве поля шахты им. А.Ф. Засядько [1].

Инициирование динамического разрушения угля происходит при деформации разгрузки в несколько тысячных процентов. Это говорит о том, что перед динамическим разрушением до уровня тонкодисперсных фракций предельно напряженного угля может не происходить практически его деформирование по высоте (мощности угольного пласта).

Научное значение результатов исследования заключается в определении предварительных данных относительно параметров иницирующего динамического разрушения предельно напряженного угля до уровня тонкодисперсных фракций при разгрузке через нарушенные вмещающие угольный пласт породы.

Практическое значение полученных результатов заключается в разработке «Методики физического моделирования динамического разрушения предельно напряженного угля вблизи тектонического нарушения с образованием тонкодисперсных фракций», которая может быть использована для разработки способов активного управления горным давлением с использованием основ, которые заложены в работе [8], для предотвращения инициирования динамического разрушения предельно напряженного угля при разгрузке его через вмещающие породы вблизи тектонического нарушения.

Список литературы:

1. Кулинич В.С., Перепелица В.Г., Ефремов И.А., Бокич Б.В., Шматовский Л.Д., Зайцев М.С., Кулинич С.В., Гирич Е.Г., Гуня Д.П. Результаты определения величины и направления главных напряжений в углепородном массиве пласта l_1 шахты им. А.Ф. Засядько методом локального гидравлического разрыва (ЛГР) / Геотехнічна механіка: Межвед. сб. научных трудов «Геотехническая механика». ИГТМ НАН Украины. Дн-вск.-2003.-Вып.44.-С.156-164.
2. Дякун, Р. А. Моделирование формирования динамической области разгрузки в углепородном массиве вокруг движущегося очистного забоя / Р.А. Дякун// Геотехнічна механіка: міжвід. збір. наук. праць / ІГТМ НАНУ. – Дн-вськ, 2006. – Вип. 61. – С. 250-257.
3. Дякун Р.А. Результаты исследований поведения угольных образцов при высоких давлениях / Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, ІГТМ НАН України, Дн-вськ, 2006. – Вип. 62. – С. 73-84.
4. Кияшко Ю.И., Дякун Р.А. Установление минимальной скорости разгрузки напряженного образца угля при которой происходит его быстрое разрушение до уровня мелкодисперсной пыли / Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, ІГТМ НАН України, Дн-вськ, 2006. – Вип. 65. – С. 61-66.
5. Дякун Р.А. О причинах радиально-послойного разрушения предельно напряженного угольного образца при разгрузке / Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, ІГТМ НАН України, Дн-вськ, 2008. – Вип. 77. – С. 73-82. 6. Кияшко Ю.И., Дякун Р.А., Бурчак О.В. Зміна структури вугілля при моделюванні динамічного руйнування / Геотехнічна механіка: Між від. збір. наук. праць, ІГТМ НАН України, Дн-вськ, 2009. – Вип. 81. – С. 74-80.
6. Дякун Р.А. Определение особенностей процесса образования тонкодисперсных фракций угля при его динамическом разрушении Р.А. Дякун / Дис. канд. техн. наук – Дн-вск, 2011. – 161с.
7. Методика экспериментальных исследований процесса локального гидроразрыва стенок скважин и заполнения трещин сыпучим газопроводящим материалом на моделях из оптически активных материалов /В.Г. Перепелица, Л.Д. Шматовский Л.Д., А.Н. Коломиец, И.А. Кратковский И.А., В.Н. Попов, П.С. Дударко // Геотехническая механика. – Вып. 68. – Дн-вск: ИГТМ НАН Украины, 2007, с. 52-58.
8. Булат, А.Ф. Управление состоянием предельно напряженного породного массива малоэнергоемкими воздействиями / А.Ф. Булат, А.Т. Курносков, Ю.А. Русанцов. – Киев: Наук. думка, 1993. - 176 с.