

Перечень ссылок

1. Печук И.М. Результаты наблюдений за внезапными выделениями газа в 1933-35 гг. // Труды ВУГИ. – Харьков: ОНТИ, 1936. – С. 115-203.
2. Ходот В.В. и др. Влияние горно-геологических факторов на возникновение внезапных выбросов угля и газа в шахтах Донбасса // Рудничная аэрогазодинамика и безопасность горных работ. - М.: Наука, 1964. – С. 95-106.
3. Шатилов В.А. Зональность внезапных выбросов угля и газа в шахтах Донбасса. – К.: Госгортехиздат, 1962. - 120 с.
4. Стариков Н.А. Основы разработки рудных месторождений на больших глубинах. - К.: Изд-во АН УССР, 1961. - 433 с.
5. Тохтуев Г.В., Рывкин М.Д. Остаточные тектонические напряжения в докембрии Кривого Рога // Геологічний журнал. - 1966. - Т. 26 - Вип. I. – С. 14-23.
6. Ержанов Ж.С., Векслер Ю.А., Колоколов С.Б. Механизм инициирования динамических явлений в подготовительных забоях. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 224 с.
7. Кольчик Е.И., Кольчик И.Е. Формирование разгруженной зоны у забоя пластовой подготовительной выработки // Физико-технические проблемы горного производства. - Донецк: ООО «Апекс», 2003. - № 6. - С. 167-172.
8. Кольчик И.Е. К вопросу о формировании выбросоопасных зон у забоя подготовительной выработки // Сб. научных докладов Межд. науч.-техн. конференции «Горная геология, геомеханика и маркшейдерия». – Донецк: УкрНИМИ НАНУ, 2004. – Часть 2. – С. 456-458.
9. Кольчик И.Е. К вопросу о причинах возникновения газодинамических явлений // Физико-технические проблемы горного производства. – Донецк: ООО «Апекс», 2004. - №7. – С. 141-146.

УДК 622.831.27

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНОГО МАССИВА ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Лобков Н.И. – к.т.н., доцент; Сергиенко А.И. – аспирант
Институт физики горных процессов НАНУ

Выемка угольных пластов приводит к деформациям и разрушению вышележащих слоев горных пород, перераспределению напряжений в окружающем горном массиве. Исследования проявлений горного давления

при подземной разработке пластов угля является необходимым условием для принятия обоснованных решений по способам и средствам крепления горных выработок и управления кровлей, а потому являются **актуальным**.

Вследствие перераспределения напряженного состояния в горном массиве при выемке угля и при последующем деформировании и обрушении пород непосредственной кровли впереди забоя лавы и в выработанном пространстве формируются зоны опорного давления. Такую картину распределения напряжений и деформаций можно получить, используя для моделирования данного процесса пакет прикладных программ фирмы ANSYS, которая базируется на использовании численных методов, а именно – метода конечных элементов.

Сущность метода конечных элементов состоит в аппроксимации исследуемого тела некоторой моделью, которая представляет собой совокупность элементов с конечным числом степеней свободы. Эти элементы взаимосвязаны только в узловых точках, куда прикладываются фиктивные силы, эквивалентные поверхностным напряжениям, распределенным по границам элементов. Параметры приведенной идеализированной системы определяются исходя из соответствующих вариационных решений.

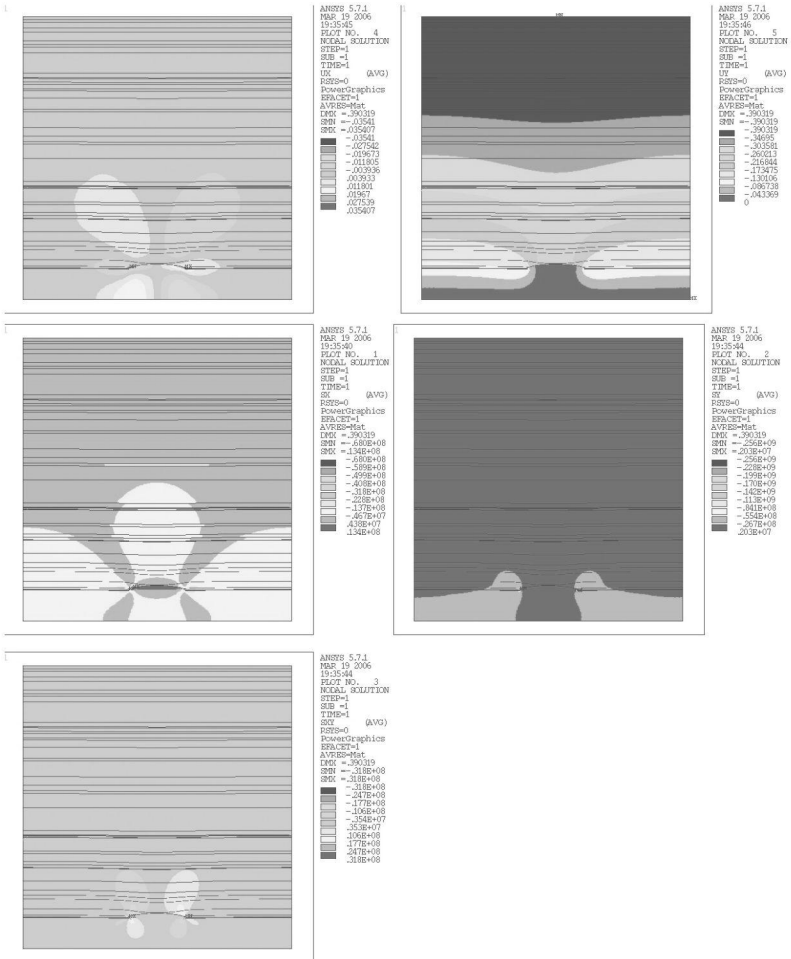
Хотя основные принципы метода конечных элементов сформулированы давно, данный метод получил широкое применение только во второй половине двадцатого столетия. В основном это связано с тем, что его использование требует больших объемов рутинных вычислений. Ситуация в корне изменилась с развитием вычислительной техники, когда выяснилось, что ЭВМ вполне подходят для решения подобных задач.

Метод конечных элементов позволяет значительно уменьшить затраты при разработке новых технологий, так как позволяет существенно сократить объемы или даже полностью отказаться от дорогостоящих стендовых испытаний. Кроме того, с помощью метода конечных элементов можно в сравнительные сроки оценить характеристики разных вариантов модели и выбрать наиболее оптимальную.

Для очередной модели были взяты геологоразведочные данные шахты «Прогресс», смоделированы слои массива горных пород. Каждый слой имеет свои прочностные характеристики. Модель «массива» можно сформулировать как в упругой среде, так и в пластической.

Исследуя структурный анализ горного массива на конечно-элементной модели для различных размеров выработанного пространства от 25-200 м, через каждые 25 м, получены следующие результаты:

- картина изменения НДС модели, что дало возможность определить зоны деформаций, зоны концентраций напряжений, зоны разгрузки и установить взаимодействие слоев (рис. 1).



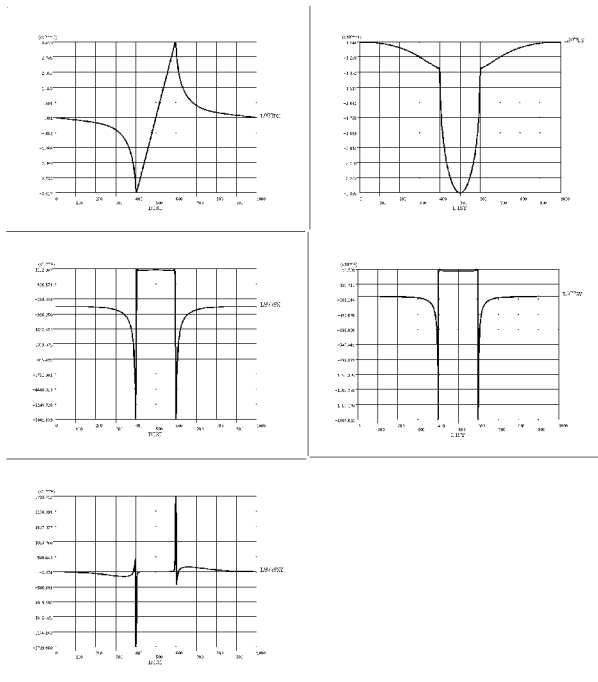
Распределение:

- а) горизонтальных деформаций;
- б) вертикальных деформаций;
- в) горизонтальных напряжений;
- г) вертикальных напряжений;
- д) касательных напряжений.

Рисунок 1. – Оценка НДС горного массива (с подработанным пространством 200 м) методом конечных элементов.

На рис. 1в и 1г показано формирование распределения горизонтальных и вертикальных напряжений при отходе лавы на 200 м от разрезной печи.

Были также получены численные и графические данные напряжений и прогибов по каждому слою. На рис. 2 представлены графики напряжений и деформаций для кровли пласта с подработанным пространством 200 м. Получено значение максимального опорного давления для каждого размера выработанного пространства до первичной посадки кровли пласта.



Графики:

- а) горизонтальных деформаций;
- б) вертикальных деформаций;
- в) горизонтальных напряжений;
- г) вертикальных напряжений;
- д) касательных напряжений.

Рисунок 2. – Графики напряжений и деформаций для кровли пласта (с подработанным пространством 200 м).

Зона «сдвижения» породного массива обусловлена прогибом слоев, и, как следствие, приводит к изменению напряжений в этих слоях над

выработанным пространством. Положение нулевых изолиний напряжений показывает характер сдвижения горных пород (рис. 3).

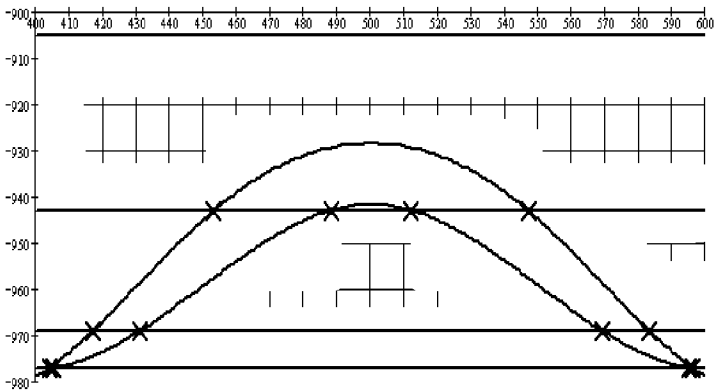


Рисунок 3. – Изолинии нулевых горизонтальных (1) и вертикальных (2) напряжений.

Из схемы распределения напряжений можно определить следующее:

- размер зоны сдвижения пород над выработанным пространством лавы;
- слои пород, участвующие в прогибе;
- размер зоны опорного давления;
- величину напряжений в каждой точке модели и т.д.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате моделирования реального горного объекта, мы имеем информацию о распределении в нем деформаций и напряжений в каждой точке горного массива, что позволяет выявить геометрию зоны повышенного горного давления, выявить опасные участки для технологического процесса ведения очистных работ и учесть это в производственных условиях. В дальнейшем планируется изучить механизм разрушения породного слоя в зоне опорного давления.

Литература:

1. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. Учебник под ред. Г.С. Варданяна – М., Издательство АСВ, 1995.–568 стр. с ил.

2. Е.Г. Макаров. Инженерные расчеты в Mathcad. Учебный курс. – СПРб.: Питер, 2005. – 448 с.: ил.
3. Чигарев А.В., Кравчук А.С., Смалюк А.Ф. ANSYS для инженеров: Справочное пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с.

УДК 622.831.537.86

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА И ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАНА В ИСКОПАЕМЫХ УГЛЯХ

Гладкая Е. В. к.т.н.; Бойко А. Н. асп.; Кравченко А. В. асп.
Институт физики горных процессов НАНУ

Для Украины важным нетрадиционным источником энергетического сырья является метан угольных месторождений. Ресурсы этого газа в Украине оцениваются в 12 трлн. м³. В процессе добычи ежегодно выделяется более 2 млрд. м³ метана, лишь 13% которого извлекается при дегазации, а 87% выделяется в атмосферу. Повышение объемов добычи шахтного метана позволило бы снизить потребление природного газа, покупаемого за границей. Добываемый метан можно направлять на производство электроэнергии и на получение тепловой энергии [1].

В угольном пласте метан находится в различных формах: свободный газ, адсорбированный и в виде твердого раствора. При этом на долю сорбированного газа приходится около 90% объема, а свободного около 10%. Различно также местонахождение и характер выделения метана из углей. Для наиболее полной картины газовыделения необходимо учитывать кинетику десорбции, так как скорость газоотдачи для различных фаз метана неодинакова. Из открытых пор, по трещинам и транспортным каналам, свободный метан быстро покидает пласт через внешнюю поверхность. В закрытых порах эвакуация газа (как и их заполнение) происходит путем твердотельной диффузии, что обуславливает и большую продолжительность данного процесса. Если свободное истечение газа из открытых пор можно описать законом Дарси, то диффузия из закрытых пор должна описываться законом Фика [2].

Именно с подсчета открытой и закрытой пористости берут начало методики оценки газоемкости угольных пластов. Основными экспериментальными методами определения сорбционной емкости пластов являются объемный и весовой. В основе этих способов лежит методика определения действительной и кажущейся плотности и общей пористости углей, в соответствии с ГОСТом 2160-82.

В объемном методе для определения сорбционной метаноемкости измеренный объем газа выпускается из газовой бюретки в сорбционный