

УДК 622.831

А.М. Никитина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕОДНОРОДНОГО УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ПРИ ОТРАБОТКЕ СВИТЫ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Разработана методика исследований, позволяющая изучить геомеханические процессы в разрушаемом структурно-неоднородном углепородном массиве, оценить напряженно-деформированное состояние и определить его влияние на устойчивость горных выработок при отработке угольных месторождений.

Ключевые слова: углепородный массив, геомеханическое обеспечение, напряженно-деформированное состояние.

При современных высокоинтенсивных технологиях отработки угольных пластов надежность и безопасность ведения горных работ приобретает особое значение. Обрушение пород кровли на сопряжениях очистного забоя и выемочных выработок, отжим породных слоев и угольных пачек в боках подготовительных выработок и другие аварийные ситуации приводят к человеческим жертвам и экономическому ущербу. Количество травм со смертельным исходом по причине внезапного неуправляемого обрушения горных пород возглавляет список смертельного травматизма на угольных шахтах.

Негативное влияние перечисленных явлений обусловлено, прежде всего, отсутствием прогноза вида и места реального снижения устойчивости горных выработок в структурно-неоднородном (слоистом) углепородном массиве. Одной из причин этому является то, что углепородный массив ранее не рассматривался исследователями как многоуровневая самосогласующаяся система, в которой учитывается вся иерархия масштабов структурных уровней деформации. Поэтому на стадии разработки про-

ектной документации угольного месторождения необходимо прогнозировать геомеханическое состояние массива горных пород с учетом больших глубин разработки, слоистости, анизотропии, разномодульности массива и др. на различных мезомасштабных уровнях в целях обеспечения промышленной безопасности.

В этой связи актуальным является проведение комплекса фундаментальных и прикладных исследований, направленных на разработку методов управления процессами деформирования неоднородного углепородного массива при отработке угольных месторождений с учетом неравномерного пространственно-временного движения системы очистных забоев, для геомеханического обеспечения систем разработки длинными столбами свиты угольных пластов шахт.

В геомеханике, для обоснования параметров технологии интенсивной угледобычи, широко используются алгоритмы и программы решения двумерных задач, область применения которых ограничена простейшими расчетными схемами для идеализированных однородных упругих или упругопластических сред. Однако суще-

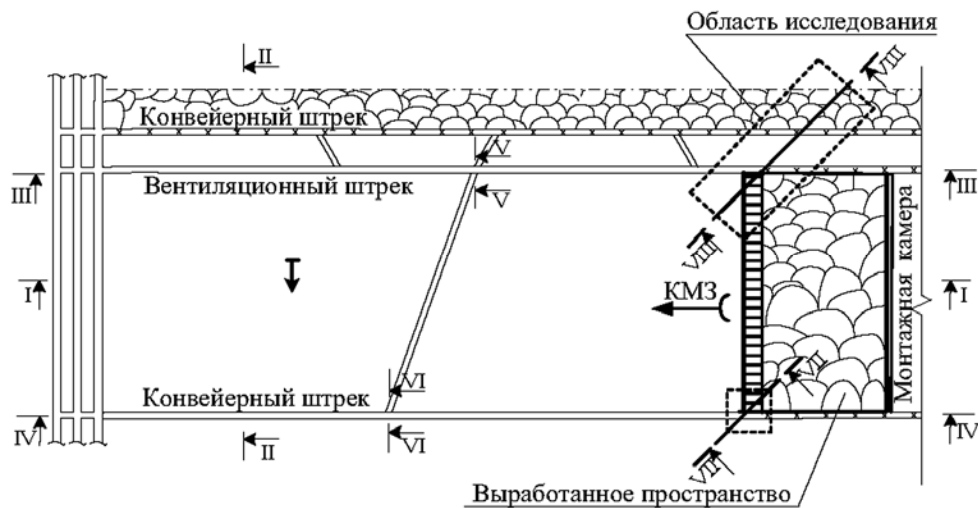


Схема расположения сечений (разрезов) по выемочному столбу

ствует значительный объем горных выработок, таких как пересечения, ответвления, примыкания, в окрестности которых решение двумерных задач не обеспечивает адекватность расчетных и фактических геомеханических параметров. Следовательно, для таких условий необходимо использовать алгоритмы решения трехмерных задач механики горных пород.

Решение же трехмерной задачи методом конечных элементов (МКЭ) приводит к увеличению размеров матрицы жесткости элемента, ширины полосы матрицы системы уравнений, поэтому процесс решения занимает длительное время и не позволяет проводить оперативный прогноз геомеханического состояния неоднородного углеродного массива.

В горной практике принято горно-геологическую документацию предоставлять в виде разрезов по разведочным линиям вдоль оси горной выработки, по простиранию и падению выемочного пласта, рис. 1 сечение I-I, II-II.

Решение двумерной задачи для таких сечений не представляет сложно-

сти только в том случае, если проводят решение плоскодеформированного или плосконапряженного состояния, что на практике встречается весьма редко. Поэтому актуальным являются расчеты по сечениям, таким как III-III – VIII-VIII (рис. 1) с учетом исходного трехмерного НДС.

В этой связи предлагается использовать метод трехмерной дискретизации геомеханической модели неоднородного массива горных пород с последовательным выделением вложенных областей и подобластей, для получения размеров конечных элементов, кратных размерам объектов систем разработки. Увеличение рассматриваемой области повысит точность решения. Данный метод изложен в работе А.Б. Фадеева, Л.Д. Павловой [1, 2].

Исходя из вышеизложенного, в настоящей работе предлагается следующий алгоритм решения трехмерной задачи.

На первом этапе решается трехмерная задача с большим шагом дискретизации. С помощью диагональных плоскостей выделяются область и подобласть исследования, разбивают-

ся на крупные конечные элементы и производится расчет параметров НДС. На втором этапе проводится решение уже только для подобласти, которая также выделяется диагональной плоскостью и разбивается на более мелкие конечные элементы, а узловые перемещения по контуру диагональной подобласти, полученные в первом решении, вводятся как заданные граничные условия. На третьем этапе возможно сужение ширины неплоского сечения и уменьшение шага дискретизации на участке модели, где требуется более точное изучение. Таким образом, описанная процедура фрагментации должна повторяться до получения необходимой степени детализации объекта исследования.

Метод вложенных диагональных областей и подобластей позволит достичь высокой точности при относительно небольшом числе конечных элементов, что весьма актуально при решении трехмерных задач.

В качестве исходной информации используются результаты шахтных измерений снижения устойчивости подготовительных выработок на шахтах ОАО «ОУК «Южкузбассуголь».

Для решения научной проблемы расчета НДС в неплоских сечениях необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать метод трехмерной дискретизации геомеханической мо-

дели неоднородного углепородного массива.

2. Исследовать закономерности процессов деформирования неоднородного углепородного массива в зоне влияния одиночной горной выработки.

3. Исследовать закономерности процессов деформирования неоднородного углепородного массива в зоне влияния системы взаимодействующих очистных и подготовительных выработок.

4. Разработать методику управления геомеханическими и технологическими процессами с ограничением формы, размеров и пространственного положения системы очистных и подготовительных выработок

5. Обосновать геомеханические и технологические параметры действующих и проектируемых горнодобывающих предприятий со сложной топологией горных выработок.

Решение данной задачи предполагается осуществлять последовательно.

Разработанная методика исследований позволит изучить геомеханические процессы в разрушаемом структурно-неоднородном углепородном массиве, оценить напряженно-деформированное состояние и определить его влияние на устойчивость горных выработок при отработке угольных месторождений, что в свою очередь позволит обеспечить интенсивную и безопасную отработку свиты угольных пластов системой подземных выработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фадеев А.Б.* Метод конечных элементов в геомеханике / А.Б. Фадеев. – М.: Недра, 1987. – 221 с.

2. *Павлова Л.Д.* Моделирование геомеханических процессов в разрушаемом углепородном массиве / Л.Д. Павлова //: Монография. – СибГИУ – Новокузнецк, 2005. – 239 с.

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Никитина А.М. – кандидат технических наук, доцент СибГИУ, г. Новокузнецк, e-mail: rector@sibsiu.ru