WEB ISSN 2535-0013
PRINT ISSN 2535-0005

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО МАССИВА С ПОЗИЦИИ СИНЕРГЕТИКИ

MODELING OF THE GEOMECHANICAL PROCESSES OF ROCK MASSIF FROM THE PERSPECTIVE OF SYNERGY

Д.т.н., проф. Смирнов Ю. Д.т.н., проф. Кенжин Б.
Карагандинский государственный технический университет
ТОО «Карагандинский машиностроительный консорциум»
smirnov_y_m@mail.ru, kbmkz@mail.ru

Системный анализ результатов исследований НДС горного массива [1-3] позволяет представить НДС горного массива при ведении горных работ как систему, состоящую из трех самостоятельных, но взаимосвязанных подсистем:

– подсистема «поле НДС горной выработки», определяемая ее параметрами и технологией горных работ [1];

– подсистема «естественное поле НДС горного массива", которая зависит от его геологического строения (физико-механические свойства горных пород, морфология, структура, пликативные и разрывные нарушения и др.) [2];

– подсистема «геодинамическое поле НДС», учитывающая воздействие на горный массив геодинамических процессов, связанных с НДС участка (блока) недр в пределах которого расположен горный массив. Геодинамические процессы на данном участке земной горы связаны с приливными, ротационными, изостатическими и глубинными процессами в зонах геологических разломов [3].

Таким образом, системный подход позволяет рассмотреть следующую модель НДС горного массива отдельного шахтного поля при проведении горных работ (рисунок).

Рис. Система НДС горного массива при проведении горных работ

***Рисунок 1** – Схема взаимодействия технической системы с внешними средами: ТС — техническая система; ПТС — природно-техническая система; ЗВ — зона воздействия (влияния) технической системы на геологическую среду*

Относительно подсистемы «естественное поле НДС горного массива» подсистема «геодинамическое поле НДС» является внешней системой и учитывает влияние внешних сил, а подсистема «поле НДС горной выработки» – внутренней подсистемой, учитывающая влияние горных работ.

Взаимное влияние трех подсистем при определенных условиях может привести к негативным геомеханическим процессам (обрушения, потеря устойчивости, горные удары, газодинамические явления и т.д.) и соответственно к снижению безопасности горных работ. Основной причиной негативных процессов является влияние проводимой горной выработки на естественное поле НДС. Однако, в некоторых случаях «спусковым крючком» этих процессов может служить соответствующее изменение геодинамического поля НДС.

WEB ISSN 2535-0013
PRINT ISSN 2535-0005

Синергетика переводится как "энергия совместного действия" (от греч. «син» — «со-», «совместно» и «эргос» — «действие») и представляет собой новую обобщающую науку, изучающую основные законы самоорганизации сложных систем. В нее входят такие области как нелинейная динамика, хаос, фракталы, катастрофы, бифуркации, волны, солитоны и т.д. Растущая в наше дни популярность синергетики объясняется тем, что она становится языком междисциплинарного общения, на котором могут друг друга понять математики, физики, химики, геологи, горняки и др., несмотря на то, что каждый понимает синергетические модели по-своему.

С позиции синергетики природа структурирована в несколько видов открытых нелинейных систем разных уровней организации: динамически стабильные, адаптивные и наиболее сложные – эволюционирующие системы. Связь между ними осуществляется через хаотическое, неравновесное состояние систем соседствующих уровней.

Синергетика дает следующую, достаточно универсальную схему эволюционного процесса [4]. На начальном этапе эволюции происходит медленное развитие свойств системы. Этот процесс более или менее предсказуем (детерминирован). В какой–то момент или внешнее воздействие достигает критического значения, или происходит кумуляция внутренних сил (или то и другое вместе). При этом параметры системы начинают быстро изменяться, ранее стабильное состояние резко снижает уровень стабильности, и возникает возможность разных путей развития (бифуркация).

Таким образом, даже незначительное воздействие на открытую систему может перевести ее эволюционный процесс на качественно новый уровень. Наступит новый “спокойный участок”, который в какой- то момент опять может смениться новым процессом бифуркации.

Из системного подхода следует, что НДС нетронутого горного массива на глубине Н включает две подсистемы – «естественное поле НДС», определяемое его геологическим строением, и «геодинамическое поле НДС», которое может изменяться во времени за счет внешних сил. Следует отметить, что опыт разработки месторождений в различных районах земного шара показывает, что геодинамическое поле в массиве горных пород может в 3-5 раз превышать естественное поле. Отсутствие негативных геомеханических процессов в естественном залегании горного массива на глубине Н показывает, что НДС горного массива находится в динамическом равновесии.

Синергетический подход в этом случае, позволяет рассматривать проведение горной выработки как возмущающий фактор на динамически стабильную систему НДС горного массива в естественном залегании. Кроме того, возмущающим фактором также может быть изменение геодинамического поля НДС за счет внешних сил. При достижении этих возмущающих факторов «критического» значения НДС горного массива быстро изменяется (собственно геомеханический процесс) и возникает процесс бифуркации, в результате которого НДС горного массива переходит в новое качественное состояние.

Исходя из вышеизложенного, следует необходимость двухэтапного математического моделирования геомеханических процессов горного массива. На первом этапе решается упругая (линейная) задача взаимодействия полей НДС указанных выше трех подсистем [5] и определения «критических» значений, при которых начинается переходный процесс бифуркации. На втором этапе на основе результатов первого этапа моделируется сам процесс бифуркации на основе нелинейных уравнений и определяется новое состояние НДС горного массива.

Список литературы

1. Ержанов Ж.С., Векслер Ю.А., Жданкин Н.А., Колоколов С.Б. Механизм инициирования динамических явлений в подготовительных забоях. – Алма-Аты, 1984-224с.

2. Зубков В.В. Разработка методов математического моделирования напряженного состояния массива горных пород для выделения опасных зон при разработке пластовых месторождения. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - Санкт-Петербург, 2005, 334 с.

3. Глубинное строение и геодинамика. Том 1, Алматы, 2002г., 224 с..

4. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Законы эволюции и самоорганизация сложных систем. – М.: Наука, 1994. – 236 с.

5. Расчет НДС в локальных зонах (submodeling) в модуле DesignSimulation программы Ansys. – Ansys Solutions, Русская редакция, осень 2007, с. 47-48.