

АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОДНЫХ МАССИВОВ

О.Л.Коновалов

Белорусский государственный университет
пр. Независимости 4, г. Минск, Беларусь
телефон: + (375) 2095058; факс: + (375) 2095058; e-mail: konovalovol@bsu.by
web: www.bsu.by

Предложен способ нахождения эффективных геомеханических свойств породного массива на основе методов распознавания образов.

Ключевые слова – геомеханика, моделирование, напряженно-деформированное состояние, распознавание образов.

1 ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние мировой экономики характеризуется возрастающим дефицитом ископаемых ресурсов. Большинство месторождений с простым антиклинальным строением и отработанной технологией проведения горных работ, уже выработано или находится в стадии интенсивного освоения. Прирост ресурсной базы в настоящий момент может быть обеспечен только за счет разработки объектов ранее признанных нерентабельными в силу каких либо причин (труднодоступность, сложные геологические условия, нестандартные технологии разработки). При освоении таких месторождений горнорудные компании сталкиваются с проблемой минимизации рисков связанных как с решением о начале освоения нового месторождения так и принятием конкретного технологического решения в процессе разработки. Одним из направлений снижения как рисков так и затрат является внедрение в практику проектирования и управления разработкой новых месторождений передовых компьютерных технологий, в том числе механико-математическое моделирование подрабатываемого породного массива.

Технология горно-механического моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) подрабатываемого массива достаточно хорошо разработана. В настоящий момент существуют: широкий спектр механико-математических моделей позволяющих описать различные состояния породного массива; мощные пакеты численного моделирования; высокопроизводительные вычислительные кластерные системы. Основной проблемой при настройке модели на условия конкретного месторождения является выбор (построение) адекватных механических свойств массива.

2 ПРОБЛЕМА НАХОЖДЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Как правило, определение численных значений механических свойств горных пород производится на образ-

цах правильной формы при определенных условиях проведения испытаний. Поэтому получаемые значения механических свойств являются условными, так как при других условиях проведения опытов, определяемые показатели будут иметь другие значения. Кроме того, значения показателей физико-механических свойств горных пород зависят от размера образцов, т.е. подвержены влиянию масштабного фактора. Следовательно, необходимо четко представлять себе, что получаемые значения физико-механических показателей характеризуют свойства конкретного рассматриваемого образца (объема, участка) из данной горной породы, а не массива в целом.

Механические свойства породного массива (эффективные характеристики) – это класс физических свойств, которые характеризуют поведение всего породного массива (либо его структурной части) в условиях различных механических воздействий и которые не могут быть определены как механические свойства технически доступных образцов породного массива.

3 ВАРИАЦИОННЫЙ ПОДХОД

Одним из средств определения эффективных характеристик породного массива являются разрабатываемые на базе вариационных принципов механики подходы, состоящие в определении не самих значений механических характеристик, а интервалов («вилок»), в пределах которых находятся истинные значения характеристик. В качестве таковых могут быть использованы подход Фойгта - Рейса и принцип Хашина - Штрикмана.

С другой стороны к настоящему моменту по уже отработанным месторождениям накопился огромный материал по натурным измерениям деформационных процессов. Как правило этот материал позволяет достаточно точно настроить механико-математическую модель, в том числе и физико-механические характеристики массива.

Приведем результаты сравнения интервалов полученных на основе вариационного подхода и эффективных характеристик используемых при моделировании НДС для условий Старобинского месторождения калийных солей[1]. Для построения вилок модуля Юнга и коэффициент Пуассона были использованы данные 88 образцов одной из геолого-разведочных скважин Старобинского месторождения, каждый из которых имеет свой модуль Юнга.

ТАБЛИЦА 1

МОДУЛЬ ЮНГА

Способ получения	Значение/Интервал
Восстановленные на основе наблюдений	$E = 5.81514 \cdot 10^9$
Подход Фойгта -Рейтса	$1.63819 \cdot 10^8 < E < 4.70291 \cdot 10^{11}$
Принцип Хашина - Штрикмана	$E = 9.43775 \cdot 10^{11}$

Из приведенных результатов, очевидно следует, что вариационные подходы не могут быть использованы для определения физико-механические характеристики породного массива вновь разрабатываемого месторождения.

4 ПОДХОД НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ

Автором предлагается другой подход для определения эффективных физико-механических характеристик новых месторождений на основе распознавания образов [2]. Идея заключается в построении такого алгоритма распознавания который бы на основе детального описания нового месторождения попытался бы найти похожее месторождение среди уже разрабатываемых, для того чтобы использовать его физико-механические характеристики для моделирования нового.

Основной информационной сущностью при описании месторождения является скважина детальной разведки. Скважина содержит детальное литологическое описание породного массива на всю глубину вскрытия, стратиграфические интервалы, различного рода каротаж, гидрологическое описание породного массива.

Вся эта информация (включая литологическое описание) может быть представлена в виде конечного набора функций: $\varphi_i, i = \overline{1, n}$ заданных на интервале $[0, L]$, где L – глубина скважины

Итак формально задача распознавания выглядит следующим образом. Объектом распознавания является скважина – w . Признаковое пространство – конечномерное функциональное пространство Φ . Класс $K_i, i = \overline{1, l}$ породный массив, обладающий некоторыми фиксированными эффективными физико-механическими характеристиками μ_i и E_i (коэффициент Пуассона и модуль Юнга). Соответственно все множество известных скважин $\{w\}$ разбито на l классов $\{w_i\}, i = \overline{1, l}$. Вновь поступающая скважина w^* должна быть отнесена к одному из перечисленных классов.

Для того чтобы на основе предложенного формализма перейти непосредственно к построению алгоритма распознавания не хватает только одного. Признаковое пространство Φ должно быть метрическим – т.е. необходимо определить конкретную метрику. Пусть φ_i^k и φ_i^l две функции описывающие i -ый признак у скважин w_i и

w_k и определенных соответственно на интервалах $[0, L_l]$ $[0, L_k]$. И пусть $L_l \geq L_k$. Определим меру как:

$$\mu(\varphi_i^l, \varphi_i^k) = \int_{\rho=0}^{\rho=L_l-L_k} \int_{\tau=0}^{\tau=L_k} |\varphi_i^k(\tau) - \varphi_i^l(\rho + \tau)| d\tau d\rho. \quad (2.1)$$

Однако построение алгоритма распознавания, базируясь непосредственно на первичных функциях признаков представляется малоэффективным так как в силу высокой сложности реальных породных массивов соответствующие функции демонстрируют высокую изменчивость даже на близко расположенных скважинах принадлежащих одному месторождению.

Авторами предложено использовать вместо первичных признаков функций производные функции представляющие собой результат фильтрации первичных с некоторым заданным окном h . Для производного признакового пространства был построен алгоритм обобщенных эталонов и исследована зависимость качества распознавания от величины окна фильтрации h . В качестве обучающей выборки использовались все скважины детальной разведки в пределах горного отвода РУ 1-4. В качестве класса использовался предикат принадлежности скважины конкретному руднику. В частности были проанализированы три варианта размеров окна фильтрации 10м, 100м и 50м. Максимальное качество распознавания – порядка 90% было продемонстрировано для окна фильтрации 50м.

Предлагаемый подход к определению эффективных физико-механических характеристик породных массивов предполагается проверить на новых участках, подключаемых в разработку РУП ПО «БелКалий»: «Краснослободском» и «Березовском». По мере расширения объема обучающей выборки данными с новых площадей и месторождений точность предлагаемого метода будет возрастать.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Журавков М.А., Коновалов О.Л., Канин А.В. Система геологического сопровождения горных работ проектируемого рудника. // Маркшейдерия и недропользование. №4, 2006. С.56-59.
- [2] Краснопрошин, В.В. Алгоритмы распознавания с заданной мерой некорректности / В.В. Краснопрошин, О.Л. Коновалов // Известия АН БССР. Сер. физ.-мат. наук. – 1985. – № 3. – С. 26–31