

сии заготовок, а также увеличить срок службы стрелочных переводов и снизить трудоемкость их эксплуатации у потребителей.

УДК 622.831

Е.А.Слащева

К МЕТОДИКЕ УЧЕТА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ УСТОЙЧИВОСТИ ПОРОДНОГО МАССИВА

Строительство и эксплуатация шахт, карьеров и других подземных сооружений в сложных гидрогеологических условиях формирует новый техногенный режим подземных вод, который оказывает существенное влияние на ведение горных работ и способствует разрушению массива пород, поэтому учет гидрогеологических факторов весьма важен при прогнозе устойчивости выработок [1,2].

Последовательность решения геомеханических задач включает в себя аналитические и экспериментальные исследования. Породный массив, включающий водонасыщенные породы, рассматривается как единая гидрогеомеханическая система. Воздействие шахтных вод вызывает существенные деформации отдельных участков массива пород, набухание глинистых фракций и выщелачивание скальных и прочных осадочных пород. Постановка гидрогеомеханической задачи сводится к определению исходных параметров фильтрации и напряженного состояния массива в следующей последовательности: устанавливаются параметры естественного поля напряжений исследуемого участка; определяются физико-механические и фильтрационные свойства горных пород, структура фильтрационного потока и его параметры; разрабатывается расчетная схема и выбирается геомеханическая модель массива с учетом гидрогеологии участка и конкретных граничных условий; выполняются расчеты напряженно-деформированного состояния массива численными методами; производится корректировка расчетной схемы с введением данных натурных измерений.

Оценка естественного напряженного состояния в пределах изучаемого участка производится комплексом прямых и косвенных методов по исследованию геодинамики и геомеханики массива, которые включают в себя изуче-

ние: рельефа поверхности, кливажа, трещиноватости и пород геологоразведочных скважин.

Расчеты напряженно-деформированного состояния производятся путем решения сложных нелинейных задач теории упругости. Для этого наиболее приемлемым является применение метода конечных элементов (МКЭ), совмещенного с методом начальных напряжений и позволяющего описать трансверсально-изотропную область любого очертания, при этом сохраняется соответствие модели физическим процессам, реально происходящим в массиве. Современные программы МКЭ позволяют сопоставлять напряжения с прочностными свойствами пород и обеспечивают условия равновесия системы [3].

С целью прогноза ожидаемых водопритоков и устойчивости горнотехнических и гидротехнических сооружений, разработки мероприятий по предупреждению просадочных явлений, проведены исследования с помощью конечноэлементной математической модели, состоящей из 846 треугольных элементов. Модель представляет собой многослойный массив, в котором расположены три полости. Массив, целики и полости имеют различную плотность разбивки со сгущением сетки элементов в местах ожидаемых высоких градиентов напряжений, что позволяет решать достаточно широкий круг геомеханических задач по оценке устойчивости сближенных и сопряженных выработок, камер, рудного двора, исследовать различного вида целики. Возможность изменения любого линейного размера в расчетной схеме позволяет учесть влияние конфигурации полости, технологии отработки, сближенных и сопрягающихся выработок. Участок модели с минимальной разбивкой элементов, позволяет имитировать увлажненные зоны, карсты, пустоты, тектонику и ранее отработанные участки массива. В алгоритм решения заложена деформационная упруго-пластическая модель среды и среда с разупрочнением как представляющая наибольший интерес для практического решения горных задач с учетом гидрогеологических особенностей. Для описания этих моделей достаточно обычного набора механических характеристик, полученных при инженерно-геологических исследованиях. При разработке расчетной схемы устанавливается геометрическое и физическое подобие к реальному горнотехническому сооружению. Геометрическое подобие определяется выбранным масштабом моделирования. Для каждого элемента устанавливаются реальные физико-механические свойства с учетом

их водопроницаемости и размокаемости по данным инженерно-геологического опробования. Граничные условия задаются известными силами и перемещениями в зависимости от глубины заложения выработки, при этом учитывается естественное напряженное состояние. Естественное поле напряжений учитывается путем перерасчета нагрузки в заданные узловые силы. Нагрузка может быть приложена сразу полностью или в несколько шагов для наблюдения процессов деформирования и разрушения во времени. Крепление учитывается силами, равными odporу крепи. Учет трещиноватости горного массива осуществляется введением коэффициентов структурного ослабления, при этом установлено, что трещины, наклоненные под углом 30-50 градусов к направлению действия нагрузки, в наибольшей степени снижают прочность.

Учет гидрогеологических условий производится как на стадии постановки задачи МКЭ, так и в процессе ее решения. На стадии постановки задачи задаются гидростатические и гидродинамические силы, которые суммируются по каждому отдельному элементу. Указанные силы заменяются эквивалентными контурными силами, приложенными вдоль границ выделенного фильтрационного потока. Замена объемных фильтрационных сил контурными приводит к удобным и простым техническим приемам учета силового воздействия подземных вод. Кроме силового воздействия, подземные воды приводят к существенному снижению прочности глинистых пород.

В результате решения конкретной горнотехнической задачи определяются: расположение и объем зон нарушения горного массива, образованных производством горных работ; параметры водопроницающих трещин и их распространенность; зоны повышенных сжимающих и растягивающих напряжений; смещения и деформации горного массива, их направление и величина; водопроницаемость опасных зон горного массива; структура и параметры фильтрационного потока после производства горных работ.

В соответствии с полученными результатами по определению зон разуплотнения и разрушения породного массива фильтрационные потоки рассчитываются по известным методикам и руководствам [2,4]. На основании этих данных осуществляется прогноз ожидаемых водопритоков и напряженно-деформированного состояния массива, разработка мероприятий по повышению устойчивости горнотехнических сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усаченко Б.М., Кириченко В.Я., Шмиголь А.В. Охрана подготовительных выработок глубоких горизонтов шахт Западного Донбасса. - М.:ЦНИИУголь, 1992. - 167 с.
2. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основы гидрогеомеханики. М., Недра, 1974, 296 с.
3. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. - М., Недра, 1982, 270 с.
4. Руководство по расчетам фильтрационной прочности плотин из грунтовых материалов. - Л.: ВНИИГ, 1976. - 80 с.

УДК 622.804.2

С.Г. Усаченко

**ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СРЕДЫ
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧАМ ГИДРООБЕСПЫЛИВАНИЯ В
ШАХТАХ**

На предприятиях и шахтах горнорудной промышленности для борьбы с пылью применяется метод гидрообеспыливания в виде: гидроорошения, пневмогидроорошения, осаждение пыли паром, орошение с помощью туманообразователей, предварительное увлажнение материала, пылеулавливание пеной и пенным аэрозолем [1,2,4]. При этом сравнение этих способов между собой по эффективности обеспыливания и технико-экономическим показателям проведено недостаточно, поэтому в работе приведены анализ метода гидрообеспыливания и выполнения физического моделирования газожидкостной среды. Достоинствами гидроорошения является относительно высокая мобильность реализующих его средств, возможность использования способа для протяженных и движущихся источников пылеобразования. Анализ результатов научно-исследовательских работ в области борьбы с пылью на шахтах угольной промышленности показал, что гидроорошение не всегда даёт требуемый эффект, особенно по отношению к тонким фракциям пыли с размером частиц менее 5мкм, не всегда применим на производстве в силу значительного увлажнения материала и загрязнения вентиляционных установок [1].