

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ О НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ МАССИВА

Розглянуто ряд методів одержання первинних даних про напружено-деформований стан масиву, визначена область їх ефективного застосування.

ANALYSIS OF METHODS OF RECEPTION OF THE FUNDAMENTAL DATA ABOUT IS INTENSE - IS DEFORMED A STATE OF A MASSIF

A number methods of receipt initial facts about the strained-deforming condition of massive was considered, and the area of its effective using was defined.

В настоящее время для изучения свойств и напряженного состояния массива горных пород применяют комплекс методов, включающий производственные, лабораторные и аналитические исследования. Важное значение имеют производственные методы, т. к. данные, полученные при шахтных исследованиях являются основой и критерием оценки лабораторных и аналитических методов. Известно множество методов оценки свойств и состояния массива на газовых и выбросоопасных пластах. Поэтому в данной работе подвержены анализу только те методы, которые по условиям безопасности соответствуют требованиям на газовых шахтах и выбросоопасных пластах. В этой связи из производственных методов следует выделить: метод разгрузки, разности давлений, локального гидроразрыва, буровых скважин, геофизические методы [1]. Применение первых двух методов ограничивается большой трудоемкостью работ по их реализации, производству измерений, сложностью обобщения результатов исследований и использования этих данных в других горно-геологических условиях. Более предпочтителен метод локального гидроразрыва, заключающийся в том, что из горной выработки бурят несколько скважин (в зависимости от рассматриваемой задачи) диаметром 46 мм и длиной не менее 10 м [2]. Для общей оценки напряженного состояния необходимо наличие не менее двух взаимно ортогональных (вертикальной и горизонтальной) скважин, ориентированных в направлении действия главных компонентов тензора напряжений. Для получения надежных результатов скважины должны быть прочно загерметизированы, поэтому их располагают в прочных боковых породах типа песчаника или известняка. После выполнения локального гидроразрыва по его параметрам определяют три главные компоненты напряжения, характеризующие напряженное состояние массива на данном участке и в данный период времени. Достоинством метода является простота исполнения и высокая точность полученных результатов.

Дополнением вышеописанному способу определения напряжений в массиве является метод буровых скважин [3]. Здесь также бурится скважина Ø 46-50 мм, в которую устанавливают один или несколько многокомпонентных деформометров (в зависимости от решаемой задачи), по которым определяют радиальные перемещения стенок скважины в направлениях перпендикулярно, параллельно или под углом 45° к напластованию пород кровли. Радиальные пе-

ремещения пересчитывают в напряжения по известной методике и, таким образом, определяют компоненты главных напряжений и направление их действия. Преимуществами метода буровых скважин перед другими являются: возможность получения информации о напряженном состоянии массива на любой период времени как в зоне нетронутого массива, так и нарушенного горными работами; простота осуществления замеров и их достаточная точность (погрешность определения напряжений по методу буровых скважин не превышает 19 %).

За последние годы определенные успехи в изучении свойств и напряженного состояния горных пород были достигнуты благодаря применению геофизических методов исследования. Они основаны на изучении различных характеристик горных пород, зависящих от напряженного состояния исследуемого массива.

При исследованиях напряженного состояния массива горных пород используются следующие геофизические методы: акустический, сейсмический, радиометрический, магнитный, радиоволновой, электрометрический [4,5]. Степень разработки и практическое использование каждого из них неодинаковы. К настоящему времени наибольшие успехи достигнуты при использовании акустического метода, который доведен до стадии промышленного внедрения.

Акустический метод основан на изучении естественных упругих импульсов (трески, шумы), возникающих в массиве горных пород при изменении его напряженного состояния в результате появления микротрещин [6,7]. Однако попытки увязать величины напряжений в массиве горных пород с интенсивностью импульсов, возникающих при изменении напряженного состояния пока не получили удовлетворительного решения. Кроме того, метод известен и рекомендован, в основном, для контроля степени выбросоопасности и никак не может быть использован для изучения свойств массива и тем более эффективности дегазации и ее параметров.

Сейсмический метод (сейсмоакустический) исследования напряженного состояния горных пород основан на изучении зависимостей между скоростью распространения продольных и поперечных волн в изучаемом массиве и характеристикой напряженного состояния горных пород (упругими свойствами) [8]. Основными препятствиями для широкого использования этого метода являются трудности теоретического характера, вызванные неоднородностью и анизотропией горных пород. Поэтому сейсмический метод изучения напряженного состояния может применяться в некоторых конкретных условиях для оценки относительного изменения напряжений. Для определения абсолютных величин напряжений этот метод в настоящее время не может быть применен.

В основе радиометрического метода измерения напряжений лежит явление уменьшения интенсивности γ -излучения после прохождения его через исследуемый напряженный участок горных пород или эффект рассеяния вторичных квантов. Измерительный зонд с источником γ -излучения перемещают по скважине и периодически на разной глубине измеряют интенсивность вторичного γ -излучения. Величина давления в исследуемом участке находится по тариро-

вочному графику «давление – интенсивность γ -излучения», полученном в лаборатории при одноосном сжатии образцов углей и горных пород.

Радиометрический метод в некоторых случаях может применяться для оценки напряженного состояния горных пород. Вместе с тем необходимы дальнейшие аналитические исследования для определения области применения этого метода при изучении напряженного состояния массива, определения точности получаемых результатов. Нуждается в совершенствовании и применяемая аппаратура для этого метода.

Магнитный и радиоволновой методы изучения напряженного состояния массива находятся на стадии экспериментальной проверки и нуждаются в дальнейшем развитии.

Применение электрометрии для решения ряда горных задач основано на функциональной зависимости электрического сопротивления пород от давления. Увеличение или уменьшение напряжений вблизи горных выработок сопровождается уменьшением или увеличением электрического сопротивления угля (пород). В области концентрации максимальных напряжений отмечается минимум величины электрического сопротивления угля и горных пород [9,10].

Для измерения электрического сопротивления в шахтных условиях применяют, в основном, две разновидности метода: электропрофилирование скважин с помощью четырехэлектродного зонда и подземное электрическое зондирование (ПЭЗ) массива по симметричной четырехэлектродной схеме. Во всех случаях электрический ток I вводится в породы через пару питающих электродов. Между приемными электродами измеряется разность потенциалов ΔU . Эта разность потенциалов пропорциональна току I и удельному электрическому сопротивлению ρ_k пород, что позволяет по данным измерений ΔU и I определить ρ_k .

Большим преимуществом метода подземного электрического зондирования (ПЭЗ) перед другими является возможность проведения исследований без внедрения в массив по борту подготовительной выработки при увеличении разноса между питающими электродами. Расстояние между питающими электродами определяет точку измерения ρ_k в глубине массива. ПЭЗ значительно увеличивает безопасность самих наблюдений и требует значительно меньших затрат труда и времени, что дает ему предпочтение перед другими методами при использовании в шахтах, опасных по внезапным выбросам угля и газа. Кроме того, наблюдения этим методом могут проводиться с любой детальностью на необходимой глубине в массиве и в любом месте по длине выработки.

Проведенные исследования показали, что электрометрические методы могут быть применены для изучения изменения напряженного состояния массива горных пород как вблизи выработок, так и в глубине массива, в любых горно-геологических условиях. Вопрос сводится лишь к соотношению деформаций и чувствительности применяемого метода электрометрии.

Таким образом, на достигнутых в настоящее время глубинах разработки напряженное состояние горных пород оценивается, преимущественно, косвенными методами, основанными на измерении деформаций пород в массиве и по-

следующем расчете напряжений по формулам классической теории упругости. Наиболее приемлемыми и доступными при изучении напряженного состояния горных пород являются методы ограниченного гидроразрыва и буровых скважин.

Из геофизических наиболее отработан метод электрометрии, позволяющий решать геомеханические задачи устойчивости горных выработок, в частности, выделение зон нарушенности и их параметров вокруг горных выработок. Во всяком случае, применение электрометрии, равно как и других геофизических методов, в качестве экспресс-метода для решения той или иной геомеханической задачи немислимо без сопоставительных или тарировочных работ совместно с механическими методами по определению напряженно-деформированного состояния горных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петухов И. М., Смирнов В. А., Винокур Б. Ш., Дальнов А. С. Геофизические исследования горных ударов. – М.: Недра, 1975. – 136 с.
2. Кулинич В. С., Шевелев Г. А., Егоров С. И. Методы и средства определения параметров геомеханического состояния газоносного породного массива. – Донецк: ЦБНТИ, 1994. – 202 с.
3. Курленя М. В., Аксенов В. К., Леонтьев А. В., Устюгов М. Б. Техника экспериментального определения напряжений в осадочных породах. – Новосибирск: Наука СО, 1975. – 150 с.
4. Глушко В. Т., Ямщиков В. С., Яланский А. А. Геофизический контроль в шахтах и тоннелях. – М.: Недра, 1987. – 278 с.
5. Надирашвили Н. Р. Геофизические исследования горного давления на пологих рудных пластах. – М.: Недра, 1977. – 216 с.
6. Булат А. Ф., Хохолев В. К., Геофизический контроль массива при отработке угольных пластов. – К.: Наук. думка, 1990. – 167 с.
7. Кузнецов Н. С. Теория и практика неразрушающего контроля изделий с помощью акустической эмиссии. – М.: Машиностроение, 1998. – 93 с.
8. Анцыферов М. С., Анцыферова Н. Г., Коган Я. Я. Сейсмоакустические исследования и проблема прогноза динамических явлений. – М.: Наука, 1971. – 136 с.
9. К вопросу оценки напряжений в массиве на базе электрометрии/ А. А. Борисов, Э. Х. Вишняков, В. А. Маркина, И. А. Лившиц// Рудничная электрика. – 1977. – Вып. 1. – С. 46-52.
10. Тарасов Б. Г., Простов С. М., Дырдин В. В., Исследование напряженного состояния сульфидных массивов комплексным электрометрическим методом// Рудничная геоэлектрика. – Кемерово: Кузбасский политехнический институт. – 1977. – Вып. 1. – С. 52-64.