

ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА И УПРАВЛЯЕМОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЕГО МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Леонтьев А.В., к.т.н., с.н.с., Леконцев Ю.М., к.т.н., с.н.с.,
Темиряева О.А., аспирант
Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН
г. Новосибирск

Гидравлический разрыв породных и угольных массивов, проводимый через скважины, известен и широко применяется в нашей стране и за рубежом [1, 2]. В практике горного дела известны две сферы применения гидро-разрыва скважин – для контроля действующих в массиве напряжений и как технологический инструмент для воздействия на геосреду.

Измерительный гидроразрыв скважин. Данный метод контроля действующих в породном массиве напряжений относится к числу наиболее универсальных. С одной стороны, он эффективен при детальном изучении полей напряжений в зонах влияния подземных и наземных сооружений, с другой – в числе немногих может использоваться для диагностики напряженного состояния в глубоких скважинах. Классическая схема метода состоит в том, что участок скважины перекрывается с помощью двухпакерного зонда и подвергается нагружению путем нагнетания в межпакерное пространство флюида вплоть до достижения критических растягивающих напряжений на стенке скважины, приводящих к разрыву породы. Критические давления зависят не только от прочности пород, но и от уровня действующих в них напряжений. При этом управление режимом нагнетания, а также возможность проведения повторных нагружений выбранного интервала скважины, позволяет на диаграммах «давление - время» выделить характерные значения параметров, которые затем интерпретируются в терминах напряжений, действующих в породном массиве. Поскольку давление и напряжение имеют одну размерность, для оценки последних знания деформационных характеристик пород не требуются.

Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) «Гидроразрыв» предназначен для осуществления тестов в шахтных условиях. На рис. 1 представлена функциональная схема переносного состава оборудования и приборов комплекса, а его общий вид на рис. 2.

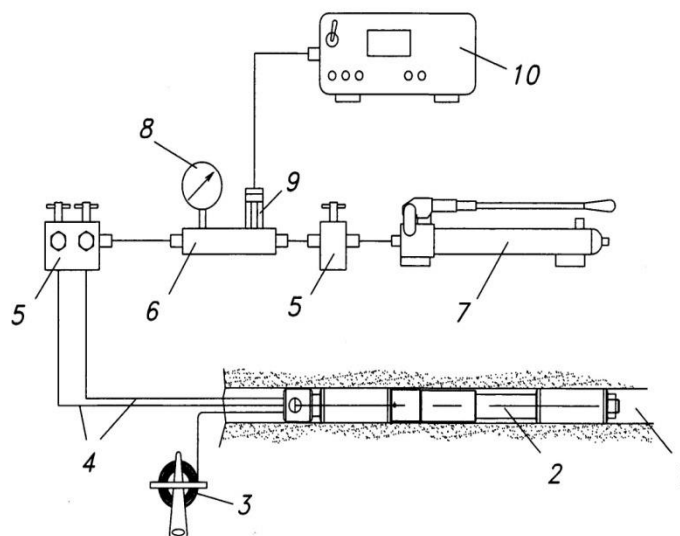


Рис. 1. Функциональная схема измерительно-вычислительного комплекса «Гидроразрыв»:

1 – измерительная скважина; 2 – двухпакерный зонд; 3 – рулетка; 4 – напорные трубопроводы; 5 – коммутирующие устройства; 6 – адаптер; 7 – ручной насос; 8 – стрелочный манометр; 9 – преобразователь давления с кабелем связи; 10 – регистратор давления в системе (прессметр)

Регистратор давления (прессметр) имеет кабельный выход на портативный ПК, с помощью которого можно следить за ходом эксперимента, а также обрабатывать экспериментальные данные в подземных, либо в лабораторных условиях.

На корпусе зонда (рис. 2) между двумя пакерами расположена подвижная поршневая пара. С помощью жесткого трубопровода зонд досылается до намеченного участка скважины.



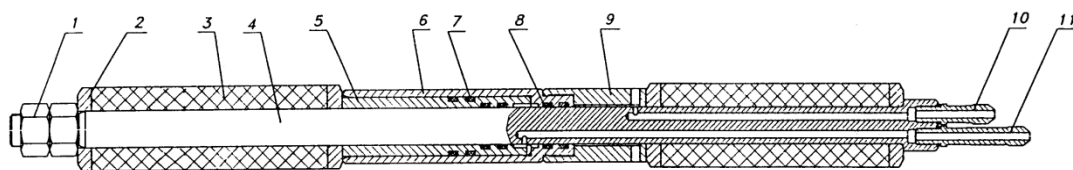


Рис. 2. Общий вид ИВК «Гидроразрыв» (вверху) с измерительным зондом на переднем плане и конструктивная схема зонда (внизу):

1 – гайка; 2 – шайба; 3 – полиуретановый пакер; 4 – корпус; 5, 6 – плунжерная пара; 7, 8 – уплотнения; 9 – вставка; 10, 11 – каналы подачи рабочей жидкости

Далее рабочую жидкость нагнетают в камеру поршневой пары, которая под действием давления раздвигается и сжимает упругие уплотнительные элементы (пакеры), герметизируя выбранный участок скважины. Затем по второму каналу рабочую жидкость подают в межпакерное пространство для осуществления собственно разрыва стенки скважины. В методические указания по применению зонда включено следующее правило – давление пакерования должно превышать давление гидроразрыва на 20-30 МПа. Как показала практика, для гидроразрыва пород с коэффициентом крепости по М.М. Протоdjяконову порядка $K \approx 8$ требуется усилие (давление) до 20 МПа; а при $K \geq 14$ – до 30-32 МПа. Соответствующим образом следует ориентироваться при выборе давления пакерования.

Полный комплекс приборов и оборудования ИВК «Гидроразрыв» успешно использован для контроля действующих в породном массиве напряжений на ряде предприятий страны и за рубежом [5,6].

Направленный гидроразрыв. В ИГД СО РАН разработаны две технологии воздействия на угольный массив и вмещающие породы. Одна из них – это разупрочнение труднообрушаемой кровли путем направленного гидроразрыва, который позволяет исключить площадное зависание кровли и резкое динамическое воздействие ее на механические комплексы в период первичной и последующих осадок, а также обеспечить сохранность горных выработок в зоне очистных работ.

Вторая – технология дегазации угольных пластов. Она применяется в целях снижения общей концентрации метана и, следовательно, повышения безопасности горных работ, либо в целях промышленной добычи метана. Известно, что наиболее эффективной и экономичной является подземная дегазация. Сущность подземной дегазации подготовленных к отработке угольных столбов на пологих и наклонных угольных пластах мощностью до 5 м заключается в следующем.

Из конвейерного и вентиляционного штреков (возможно из одного из них) отрабатываемой выемочной единицы проводят бурение дегазационных скважин параллельными одиночными скважинами, встречными перекрещивающимися, либо кустовыми скважинами. Подземные пластовые скважины герметизируют от устья на глубину не менее 6 м с углом разворота к оси выработки на 60-90°, либо на глубину не менее 10 м при угле разворота до 60°. После герметизации скважину при помощи газоотводящей трубы подключают к общешахтному дегазационному трубопроводу, в котором вакуум-насосами создается пониженное давление.

С целью увеличения числа естественных макротрещин и исключения насыщения угля водой предложен способ поинтервального гидроразрыва. Он заключается в бурении направленных на очистной забой дегазационных скважин, последующее проведение из них поинтервальных гидроразрывов угольного пласта и отведение высвобождающегося газа по газопроводу на поверхность.

При гидроразрывах вместо воды рекомендуется использовать жидкость Noves 1230, известную как «сухая вода». Она исключает закупоривание микропор и способствует интенсификации процесса газоотдачи [7,8,9].

С началом очистных работ устья параллельных дегазационных скважин оказываются в зоне опорного давления (30÷70 м от очистного забоя), что способствует наиболее интенсивному газовыделению, а наличие восходящего направления дегазационных скважин обеспечивает его свободное истечение. В совокупности этот способ дегазации позволяет достичь существенного экономического эффекта.

Список литературы:

1. Daniel Ask. New developments of Integrated Stress Determination Method and application to the Aspo Hard Rock Laboratory: Doctoral Thesis: / Daniel Ask. – Stockholm, Sweden, 2004.
2. Momber A.W. Hydrodemolition of Concrete Substrates and Reinforced Concrete Structures // Elsevier Applied Sciences. – London, 2005.
3. Proceedings of the Workshop (Monterey, 1981), 2nd International Workshop (Minneapolis, 1988) on hydraulic fracturing stress measurements.
4. D 4645 – 04. Standard Test Method for Determination of the In-Situ Stress in Rock Using the Hydraulic Fracturing Method.
5. Современная геодинамика массива горных пород верхней части литосферы: истоки, параметры, воздействие на объекты недропользования / [В.Н. Опарин, А.Д. Сашурин, Г.И. Кулаков, А.В. Леонтьев и др.]; Отв. ред. чл.-к. РАН М.Д. Новопашин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008.

6. Деструкция земной коры и процессы самоорганизации в областях сильного техногенного воздействия / [В.Н. Опарин, А.Д. Сашурин, А.А. Козырев, А.А. Барях, А.Ф. Еманови др.]; Отв. ред. акад. Н.Н. Мельников. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012.
7. Братченко Б.Ф. и др. Способы вскрытия, подготовки и системы разработки шахтных полей. – М.: Недра, 1985.
8. Нагнетание воды в угольные пласты. Под ред. А.П. Куликова – М.: Недра, 1965.
9. http://ru.wikipedia.org/wiki/Novec_1230