

6. Проект определения главных составляющих поля напряжений и направления их действия в углеродном массиве участка № 10 шахты им. А.Ф.Засядько методом локального гидроразрыва. – Днепропетровск, ИГТМ НАН Украины. – 2002. – 12 с.

УДК 622.02:622.273.217.2

Л.Д. Шматовский, Е.Г. Гирич, И.И. Пожитько,
В.В. Апрельский

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ УГ- ЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ПЛАСТА l_1

Обґрунтована доцільність використання серійно випускаемого промисловістю гідравлічного устаткування: установки високого тиску СНТ-32 і розпірних герметизаторів для оцінки напруженого стану вуглепородного масиву методом локального гідравлічного розриву.

THE EXPERIENCE OF PREPARATION AND EMPLOUMENT OF HY- DRAULIC EQUIPMENT FOR ESTIMATION OF THE STRESSED AND DE- FORMATED STATE OF THE ROCK MASS SEAM l_1

Is grounded the expedience of employment hydraulic equipment, produced by industry: the installation of heavy pressure “SNT-32” and spacing airproofers for estimation of stressed state of rock mass by method of locally hydraulic break.

Дальнейшее развитие подземной угледобычи неразрывно связано с непрерывным увеличением глубин разработки, что сопряжено с негативными изменениями горно-геологических условий. С переходом подземных горных работ на большие глубины (600 м и более) существенно увеличилось горное давление, газоносность, частота возникновения и интенсивность газодинамических явлений.

Особенно сложным является ведение горных работ в глубоких шахтах Донецкого бассейна, где максимально достигнутая глубина уже превысила 1200 м. К таким шахтам относится и шахта им. А.Ф.Засядько.

К наиболее важным и сложным задачам при подготовке и эксплуатации глубоких горизонтов в таких условиях относятся проведение и поддержание подготовительных горных выработок в напряженном газонасыщенном массиве.

Вышеизложенное обуславливает необходимость разработки научно-обоснованных и экономически выгодных технических решений, основанных на достоверной информации о параметрах геомеханического состояния массива горных пород в конкретных горно-геологических условиях.

Геомеханическое состояние газоносных горных пород в основном обуславливается напряженно-деформированным состоянием, коллекторскими и механическими свойствами среды. Основным фактором при этом является начальное (естественное) напряженное состояние вмещающих пород, которое характеризуется численными значениями и пространственной ориентацией главных составляющих действующего поля напряжений.

В настоящее время существует целый ряд [1] экспериментальных методов оценки напряженного состояния горных пород. Одним из самых перспектив-

ных в этом плане является разработанный в ИГТМ НАН Украины метод локального гидроразрыва (ЛГР), который нашел широкое применение для оценки геомеханического состояния углепородных массивов в глубоких шахтах Донецко-Макеевского и Центрального районов Донбасса [2].

Сущность метода заключается в следующем.

В намеченном для оценки напряженного состояния участке породного массива бурят измерительную скважину. В заданной ее части герметизируют нагнетательную камеру, в которую высоконапорным насосом закачивают жидкость до критического давления, приводящего к гидроразрыву стенок камеры. Признаком гидроразрыва является скачкообразное снижение избыточного давления рабочей жидкости в камере с последующей стабилизацией его на пониженном уровне при постоянном темпе нагнетания. Инструментально фиксируемые численные значения параметров критического давления и давления стабилизации с учетом прочностных, коллекторских свойств среды и способов герметизации нагнетательной камеры используют для определения величины главных компонент поля напряжений в плоскости, ортогональной оси скважины.

Герметизацию нагнетательных камер в скважинах осуществляют специальными герметизирующими составами или распорными герметизаторами различных конструкций.

Рациональная область применения метода локального гидроразрыва - монолитные породы, склонные к хрупкому разрушению.

Бурение измерительных скважин осуществляют серийно выпускаемыми станками вращательного действия типа ЗИФ, НКР-100, БГА-2, ЭБПП-1м и др.

В зависимости от крепости пород используют алмазные или твердосплавные коронки диаметром 45-76 мм.

В ИГТМ НАН Украины создан и применяется комплект основного оборудования и приборов для определения напряжений локальным гидроразрывом, который включает герметизирующие устройства, высоконапорный насос, запорно-разводящую арматуру, нагнетательные трубопроводы, манометры, устройства для определения пространственной ориентации плоскости гидроразрыва.

Для герметизации нагнетательных камер в измерительных скважинах применяют распорные герметизаторы (пакерные устройства) различных конструкций или твердеющие герметизирующие составы.

Герметизирующими элементами в распорных герметизаторах являются упругие резиновые оболочки, концевые части которых жестко закреплены в кольцевых зазорах между стальными обоймами и втулками или вмонтированы в стальные стаканы, неподвижно установленные на перфорированном стержне. По количеству герметизирующих оболочек устройства могут быть одно- или двухпакерные.

Распор герметизаторов осуществляется внутренним давлением жидкости или предварительно создаваемыми осевыми механическими усилиями.

Нагнетательные трубопроводы монтируют из стандартных цельнотянутых латунных или медных трубок диаметром 5-6 мм с толщиной стенки не менее 1 мм, присоединяемых к насосу и герметизатору при помощи переходных муфт.

Для создания избыточного давления в герметизаторах и нагнетательных камерах используют высоконапорные ручные насосы типа РНВД-1 с верхним пределом измерения до 60-100 МПа. Темп нагнетания рабочей жидкости не должен превышать 1-2 МПа/с.

В качестве рабочей жидкости используют воду, глицериновую смесь, машинные масла.

Для регистрации избыточных давлений в нагнетательных системах применяют образцовые манометры с пределами измерений до 60-100 МПа.

Кроме вышеуказанного оборудования комплект оборудования и аппаратуры для определения напряжений в массиве горных пород методом локального гидроразрыва включает в себя распределители жидкости, игольчатые вентили, разгрузочные штуцеры, досыльники, скважинный светильник и перископическое устройство.

До настоящего времени оборудование, специально предназначенное для шахтных измерений поля напряжений гидравлическим разрывом, серийно промышленностью не выпускается.

Главными элементами в комплекте указанного оборудования, на наш взгляд, являются герметизирующее устройство и насос, который должен обеспечить подачу рабочей жидкости в герметизатор и нагнетательную камеру измерительной скважины с давлением до 40 МПа и более, с темпом нагнетания 1-2 МПа/с.

При выполнении шахтных исследований по локальному гидроразрыву угленосного массива нами использован герметизатор фирмы SCHMIDT KRANZ (Германия). Герметизатор, предназначенный для изоляции измерительной скважины, выполнен из армированной металлическим кордом резиновой оболочки, концевые части которой жестко закреплены в кольцевых зазорах между цилиндрическими стальными обоймами и конусными втулками.

Такая конструкция заделки концевых частей герметизатора обеспечивает возможность создания во внутренней его полости высокого распорного давления. Длина герметизатора 2,5 м, диаметр – 44 мм. Герметизатор снабжен подпружиненным клапаном, который позволяет, начиная с 4-5 МПа, регулировать величину распора герметизатора о стенки скважины за счет величины сжатия пружины.

Применяемые до настоящего времени в комплекте оборудования для определения напряжений методом ЛГР ручные насосы, обеспечивающие достаточно высокое давление (до 100 МПа) и оптимальный темп нагнетания (1-2 МПа/с), обладают существенным недостатком – низкой производительностью (до 1 см³ за качек). Для убедительности не сложно подсчитать, что при длине измерительной скважины 10 м, диаметре ее 46 мм и длине герметизатора 2,5 м объем нагнетательной камеры длиной 7,5 м составляет 12 458 см³. Таким образом, только для заполнения камеры необходимо произвести 12 458 качков. Это весьма затруднительно физически и продолжительно по времени – более 3 часов (при одном качке в секунду), не считая количества качков и времени заполнения герметизатора.

В этой связи нами совместно с механической службой шахты им. А.Ф.Засядько был выполнен поиск более производительных средств нагнетания и другого гидравлического оборудования для выполнения шахтных экспериментальных работ по ЛГР. На рис. 1 представлена схема набора комплекта оборудования и аппаратуры, используемых для количественной оценки напряженного состояния горных пород методом ЛГР в условиях шахты.

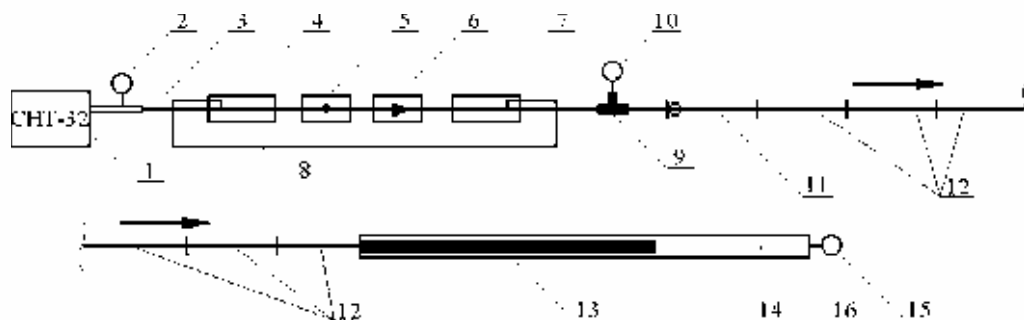


Рис. 1. Схема комплекта гидравлического оборудования для определения напряжений в массиве горных пород методом локального гидравлического разрыва:

- 1 - высоконапорная насосная станция СНТ-32; 2 - манометр; 3 - гибкий высоконапорный трубопровод;
- 4, 7 - дроссели; 5 - шаровый кран; 6 - обратный клапан; 8 - гибкий трубопровод высокого давления
- линии управления; 9 - тройник; 10 - манометр; 11, 12 - жесткие трубопроводы; 13 - герметизатор;
- 14 - матрица; 15 - манометр; 16 - нагнетательная камера.

В качестве насоса высокого давления была использована насосная (1) установка СНТ-32, позволяющая в кратковременном режиме обеспечивать давление рабочей жидкости (воды) до 40-45 МПа, что вполне достаточно для осуществления ЛГР песчаника и алевролита. Кроме того, установка СНТ-32, имея производительность до 100 л/мин, позволяет осуществлять рост трещины, образовавшейся при ЛГР, до значительных размеров. Гибким трубопроводом (3) в шахтных экспериментах послужили шланги высокого давления от очистных комплексов. Темп нагнетания воды 1-2 МПа/с был обеспечен дросселями (4, 7) и шаровым краном (5). Сброс жидкости из системы «нагнетательная камера – герметизатор – жесткий трубопровод» обеспечивался наличием в гидросхеме (рис. 1) обратного клапана (6), дросселей (7, 4) и гибкого трубопровода высокого давления (8) в линии управления. Давление жидкости в системе «жесткий трубопровод – герметизатор - нагнетательная камера» фиксировалось с помощью образцового манометра (10) с пределом измерения 60 МПа, включенного в гидросхему посредством тройника (9).

Жесткий трубопровод (11, 12) выполнен из труб высокого давления с наружным диаметром 42 мм. Длина секции (11) – 1 м, а длина секции (12) – 2 м. Секции труб (11, 12) соединяются между собой штуцерами с накидными гайками от серийно выпускаемых гибких шлангов высокого давления.

Секции (12) жесткого трубопровода высокого давления (рис. 1) служат одновременно досыльниками для перемещения герметизатора (13) по скважине на нужную глубину.

Проверка работоспособности оборудования и аппаратуры, приведенных на рис. 1, выполнена в условиях гидроцеха шахты. При этом в качестве «скважины» была использована матрица (14) – толстостенная труба с внутренним диаметром 46 мм, длиной 3,5 м. Давление в нагнетательной камере (16) матрицы (14) фиксировалось образцовым манометром (15) с пределом измерения 60 МПа. По результатам выполненной проверки построен тарировочный график (рис. 2) в координатах $P_2 - P_k$, где: P_2 - давление воды в герметизаторе (13) по манометру (10); P_k - давление воды в нагнетательной камере (16) по манометру (15). Тарировочный график (рис. 2) использован в дальнейшем при обработке результатов шахтных экспериментов по ЛГР углепородного массива. Шахтные исследования по определению главных составляющих поля напряжений и направления их действия в углепородном массиве с применением вышеописанного гидравлического оборудования и аппаратуры проведены в 10-м западном конвейерном штреке пласта l_1 .

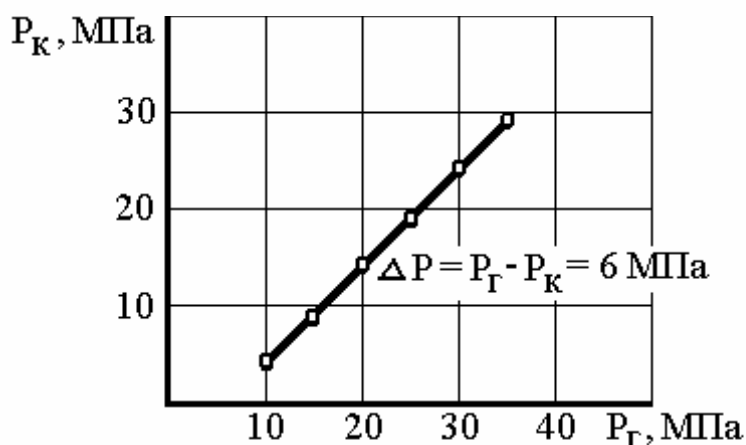


Рис. 2 Тарировочный график герметизатора фирмы SCHMIDT KRANZ (Германия)

Для инструментального определения пространственной ориентации плоскости гидроразрыва, характеризующей направление компонент поля напряжений в плоскости, ортогональной продольной оси скважины, было применено переоборудованное для шахтных условий перископическое устройство РВП-456.

Для изучения изменения трещиноватости и степени раскрытия трещин в массиве по длине измерительных скважин до и после ЛГР был использован электромагнитный прибор КИТ-3, созданный в Донецком политехническом университете (ДПУ).

Результатами выполненных шахтных экспериментальных работ в 10-м западном конвейерном штреке пласта l_1 по оценке напряженного состояния углепородного массива методом ЛГР с использованием вышеописанного комплекта

гидравлического оборудования подтверждена технологичность и надежность его работы при осуществлении поинтервальных локальных гидроразрывов в измерительных скважинах, что позволило определить величину и направления главных напряжений в исследуемом участке углепородного массива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ямщиков В.С. Методы и средства исследования и контроля пород и процессов. – М.: Недра. – 1982. – 296 с.
2. Кулинич В.С., Шевелев Г.А., Егоров С.И. Методы и средства определения параметров геомеханического состояния газоносного породного массива. – Донецк: ЦБНТИ угольной промышленности, 1994. – 202 с.

УДК 622.46

Н.В. Безкровный, П.Л. Лимаренко,
В.А. Белый, О.И. Хоруженко

КОНТРОЛЬ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ НА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЯХ ШАХТЫ

Описано устрій, принцип дії та основні технічні характеристики аеродинамічної приставки до анемометра АПР-2, призначеної для контролю перепаду тиску на вентиляційних спорудах вугільних шахт.

THE CONTROL OF PRESSURE DIFFERENCE ON VENTILATING CONSTRUCTION OF MINE

The arrangement, principle of action and the basic technical characteristics of an aerodynamic prefix to the anemometre АПР-2, intended for the control of pressure difference on ventilating constructions of coal mines was described.

Эффективная и безопасная работа шахты во многом определяется надежностью ее вентиляционной системы, основными параметрами которой являются расход воздуха в горных выработках и потери давления при его движении на преодоление аэродинамического сопротивления шахтной вентиляционной сети и отдельных ее ветвей.

Контроль состояния вентиляционных систем шахт в настоящее время осуществляется эпизодически (один раз в 3 - 4 года) оперативными подразделениями ГВГСС и заключается в проведении воздушно-депресссионной съемки шахтной вентиляционной сети. По результатам проведенных съемок с помощью специальных компьютерных программ проводится анализ полученных результатов и выдаются рекомендации по устранению нарушений вентиляционного режима и совершенствованию проветривания шахты.

Измерение расхода воздуха в горных выработках шахт проводится давно устаревшими и снятыми с производства анемометрами АСО-3 и МС-13. Только некоторые шахты имеют современные электронные анемометры АПР-2 [3], и то в недостаточном количестве. При проведении воздушно-депресссионных съемок измерение потери давления (депрессии) в горных выработках и на вентиляционных сооружениях проводится также давно устаревшими приборами [1]. Ежесуточный контроль аэродинамических параметров шахты осуществля-