

МИНИСТЕРСТВО ТОПЛИВА И ЭНЕРГЕТИКИ
Арендное предприятие «Шахта им. А.Ф. Засядько»
Макеевский научно-исследовательский институт
по безопасности работ в горной промышленности
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
Институт геотехнической механики
Общество с ограниченной ответственностью «ЗУА»

СОГЛАСОВАНО:	УТВЕРЖДАЮ:	УТВЕРЖДАЮ:	УТВЕРЖДАЮ:
Директор АП «Шахта им. А.Ф. Засядько»	Директор МакНИИ, канд. техн. наук	Директор ИГТМ НАН Украины, академик НАН Украины	Директор ООО «ЗУА», канд. техн. наук
В.С. Грязнов	А.М. Брюханов	А.Ф. Булат	Б.М. Деглин
« 10 » <u>06</u> 2002 г.	« 19 » <u>06</u> 2002 г.	« 27 » <u>06</u> 2002 г.	« 01 » <u>07</u> 2002 г.

СОГЛАСОВАНО:
Центральная Комиссия
по борьбе с газо-
ДИНАМИЧЕСКИМИ ЯВЛЕ-
НИЯМИ
на шахтах Украины
(протокол № 23
от « 16 » 07 2002 г.)

МЕТОДИКА
ВЫПОЛНЕНИЯ ГОРНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО
РАЗРАБОТКЕ СПОСОБА ДЕГАЗАЦИИ И СНИЖЕНИЯ
ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
ПУТЕМ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГОРНЫЙ
МАССИВ ЧЕРЕЗ СКВАЖИНЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДГОТОВИ-
ТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

И.о. зав. отделом ГДЯ МакНИИ,
канд. техн. наук

А.А. Рубинский

« 23 » апреля 2002 г.

Научный руководитель,
зав. отделом ИГТМ НАН Украины,
д-р техн. наук
К.К. Софийский

« 19 » марта 2002 г.

Днепропетровск - Донецк
2002

Настоящая «Методика...» разработана для проведения горно-экспериментальных работ по созданию способа дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта путем гидродинамического воздействия на горный массив через скважины при проведении подготовительных выработок.

«Методику...» разработали Е.Л. Звягильский, И.А. Ефремов, И.И. Пожитько, В.Г. Ильюшенко, В.В. Шевченко, С.А. Кулясов, Б.В. Бокий, С.В. Макаренко, Д.П. Гуня, В.В. Апрельский, К.К. Софийский, Э.И. Мучник, Е.Г. Барадулин, Д.П. Силин, В.А. Нечитайло, Ю.А. Герасименко, В.Г. Золотин, А.А. Рубинский, Г.И. Колчин, Б.М. Деглин.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	4
1. Состояние вопроса	4
1.1. Актуальность проблемы	4
1.2. Сущность гидродинамического воздействия	5
2. Цель и задачи исследований	5
3. Место и объемы проведения горно-экспериментальных работ	6
4. Оборудование для проведения работ по гидродинамическому воздействию	7
5. Порядок выполнения горно-экспериментальных работ	7
5.1. Подготовка участка и проведение гидродинамического воздействия	7
5.2. Контроль за процессом бурения скважин	12
5.3. Контроль за процессом гидродинамического воздействия	13
5.4. Оценка эффективности гидродинамического воздействия и прогноз выбросоопасности	14
6. Обработка результатов исследований	15
7. Техника безопасности	16
8. Оформление результатов работы	17
Список использованных источников	18
Приложение	20

ВВЕДЕНИЕ

Проведение горно-экспериментальных работ по созданию способа дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта путем гидродинамического воздействия на горный массив через скважины при проведении подготовительных выработок осуществляется по решению Научно-технического совета шахты им. А.Ф. Засядько от 02.03.02 и ведется в рамках работ, выполняемых ИГТМ НАН Украины по проблеме 3.2.1 «Добыча твердых полезных ископаемых» (Постановление бюро ОМ НАН Украины, протокол №6 от 16.12.98).

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1. Актуальность проблемы

Для безопасной разработки угольных пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, разработан и применяется комплекс мер, включающий сейсмоакустический и текущий прогнозы выбросоопасности пластов, технологию очистных и подготовительных работ, региональные и локальные способы предотвращения внезапных выбросов с контролем эффективности их применения [1].

Угольные пласты опасные по внезапным выбросам, для которых невозможно осуществить опережающую разработку защитного пласта, разрабатываются с применением локальных способов предотвращения выбросов.

Локальные способы предназначены для обработки призабойной части угольного массива и осуществляются непосредственно из очистных забоев и подготовительных выработок. На шахтах Донецкого бассейна в качестве локальных способов в соответствии с «Инструкцией...» [2] применяются опережающие скважины, гидрорыхление, гидроотжим, низконапорное увлажнение угольного пласта и др. [3...8]. В настоящее время для предотвращения внезапных выбросов применяется в основном гидрорыхление [9].

Увеличение глубины разработки угольных пластов приводит к возрастанию сложных газодинамических явлений: внезапные поднятия пород почвы с выбросами угля и газа, трещинообразование пород почвы с одновременным разрушением краевой части пласта и значительным газовыделением, стреляния или выбросы породы, чешуйчатость и разделение пород на пластины различной толщины и т.д.

В связи с этим возникает необходимость разработки новых способов обработки горного массива с целью отдаления опасных напряженно-деформированных зон от работающих в забое людей на расстояние порядка 100...200 м, что позволяет существенно повысить скорость проведения подготовительных выработок.

Одним из возможных способов решения задачи повышения безопасности работ и увеличения скорости проведения выработок является дегазация уголь-

ного пласта и снижение его газодинамической активности с применением гидродинамического воздействия через длинные скважины.

Опыт применения гидродинамического воздействия при интенсификации дегазации угольного пласта I_1 АП «Шахта им. А.Ф. Засядько» через скважины длиной 36...100 м показал, что уже через несколько циклов воздействия активные межслоевые деформации охватывают всю толщу в кровле пласта мощностью 30 м (регистрация и обработка акустического сигнала проводилась сотрудниками МакНИИ) и радиус эффективного воздействия составляет 15...20 м (данные ИГТМ).

1.2. Сущность гидродинамического воздействия

Физическая сущность процесса гидродинамического воздействия заключается в приложении к свободным поверхностям угольного пласта знакопеременных нагрузок, которые, суммируясь в некоторый момент времени с силами горного давления, направленными на преодоление предела прочности угля на разрыв, совершают работу по разрушению свободных поверхностей и образованию более широкой системы трещин в пласте, способствуя тем самым дальнейшему развитию процесса воздействия. При этом происходит интенсивная дегазация угольного пласта и его перевод в невыбросоопасное состояние [10].

Гидродинамическое воздействие осуществляется следующим образом. В пробуренную через породную пробку на угольный пласт скважину длиной 50...150 м подается рабочая жидкость, в качестве которой применяется техническая вода из общешахтного противопожарного става. Максимальное давление подачи с целью недопущения гидроразрыва угольного пласта не должно превышать 7 МПа. Заполнив весь объем скважины, вода устремляется в угольный пласт, заполняя трещины и поры размером более 10^{-7} м. Давление подачи P выдерживается в течение некоторого времени t_n . Величина t_n зависит от необходимого радиуса проникновения жидкости в пласт r и находится в пределах от 2 до 30 мин [11]. За это время вода заполняет весь фильтрующий объем угля на расстоянии 0,2...0,5 м от скважины. Газ, находящийся в этом объеме, оттесняется в глубь пласта. Так как угольный пласт имеет свойство деформироваться под действием прилагаемых к нему внешних сжимающих напряжений [12], то, очевидно, что при закачивании в него жидкости под давлением P большим пластового давления газа P_n будет происходить увеличение радиусов трещин и пор, заполняемых жидкостью. Другими словами произойдет изменение фильтрующего объема и эффективной пористости пласта. При этом давление жидкости на стенке скважины будет равно давлению подачи P и пористость угольного пласта m_n будет больше эффективной пористости угля без жидкости m . В это же время на фронте заполнения пласта жидкостью давление будет равно пластовому P_n , и пористость m останется неизменной. По истечении времени подачи t_n производится сброс давления в скважине до величины P_c меньшей пластового давления газа P_n за время t_c равное 0,1...0,5 с. В результате этого в угольном пласте происходит ряд сложных взаимосвязанных процессов, в ре-

зультате чего происходит комплекс изменений в напряженно-деформированном состоянии массива, включающий разгрузку горного массива, необходимую для снижения газодинамических явлений и безопасного проведения выработок, извлечение угля, дегазацию и увлажнение угольного пласта.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью работы является дегазация угольного пласта, снижение его газодинамической активности с применением гидродинамического воздействия через длинные скважины, а также увеличения зоны безопасного ведения работ при проведении подготовительных выработок.

Основными задачами исследований по применению метода гидродинамического воздействия для дегазации угольного пласта и снижения его газодинамической активности являются:

1) отработать параметры гидродинамического воздействия для дегазации угольного пласта и снижения его газодинамической активности;

2) отработать технологию оперативного управления процессом дегазации и снижения газодинамической активности угольного пласта гидродинамическим воздействием на горный массив по параметрам акустического сигнала;

3) отработать технологию проведения работ по дегазации угольного пласта и снижению его газодинамической активности;

4) разработать временное руководство по дегазации угольного пласта и снижению его газодинамической активности при проведении подготовительных выработок;

5) разработать руководство по дегазации угольного пласта и снижению его газодинамической активности при проведении подготовительных выработок.

3. МЕСТО И ОБЪЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ

Экспериментальные работы выполняются в забое подготовительной выработки, проводимой по угольному пласту, удовлетворяющему следующим требованиям:

предел прочности угля на отрыв, МПа	не более 0,5;
пористость угля, %	4...20;
коэффициент проницаемости угля, м ²	не менее 10 ⁻¹⁴ ;
устойчивость вмещающих пород	нет ограничений;
газоносность угля, м ³ /т	более 5;
глубина разработки, м	более 500 м;
угол падения пласта, град.	нет ограничений;
мощность пласта, м	не более 3,5.

Экспериментальные работы выполняются в объеме, позволяющем оценить эффективность предлагаемого способа. Для этого производится:

- 1) гидродинамическое воздействие через технологическую скважину длиной 50 м;
 - 2) проведение выработки по обработанным зонам с гидрорыхлением пласта с оценкой его напряженно-деформированного состояния и эффективности по параметрам акустического сигнала;
 - 3) гидродинамическое воздействие через технологическую скважину длиной 100 м;
 - 4) проведение выработки по обработанным зонам с гидрорыхлением пласта с оценкой его напряженно-деформированного состояния и эффективности по параметрам акустического сигнала;
 - 5.1) гидродинамическое воздействие через технологическую скважину длиной 150 м (при положительной оценке эффективности по п. 4);
 - 5.2) гидродинамическое воздействие через технологическую скважину длиной 50 м (при отрицательной оценке эффективности по п. 4, до отработки технологии способа и уверенного заключения о его перспективности);
 - б) проведение выработки по обработанным зонам с гидрорыхлением пласта с оценкой его напряженно-деформированного состояния и эффективности по параметрам акустического сигнала.
- Суммарная длина проведения выработки по обработанным зонам должна составлять не менее 350 м.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

К средствам для осуществления гидродинамического воздействия на пласт относятся следующие приборы и оборудование:

- буровые станки НКР-105М, ЛБС или фирмы «Шмидт и Кранц»;
- высоконапорные насосные установки НВУ-30М, УН-35, УНШ-30, УНГ с приводом от пневмодвигателей и высоконапорными шлангами;
- насос для подачи цементно-песчаного раствора;
- цельнотянутые тонкостенные металлические трубы с наружным диаметром 102...114 мм;
- задвижки ЗВД-200/4 с проходным сечением 96 мм;
- гидроцилиндры типа Ц-75, ГЦ-80, или другие, рассчитанные на давление не менее 70 атм. (7 МПа);
- аппаратура «ЗУА-98»;
- регистратор АПКЦР;
- досыльники для установки передатчиков и фиксаторы;
- аппаратура передачи акустического сигнала на поверхность АПСС-1;
- компьютер «Pentium III»;
- компьютер с платой АЦП;
- бытовой магнитофон.

Для обеспечения необходимых параметров гидродинамического воздействия и дистанционного управления процессом разработано устройство гидродинамического воздействия (УГВ) [13].

При проведении работ по гидродинамическому воздействию установка оборудования осуществляется в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1.

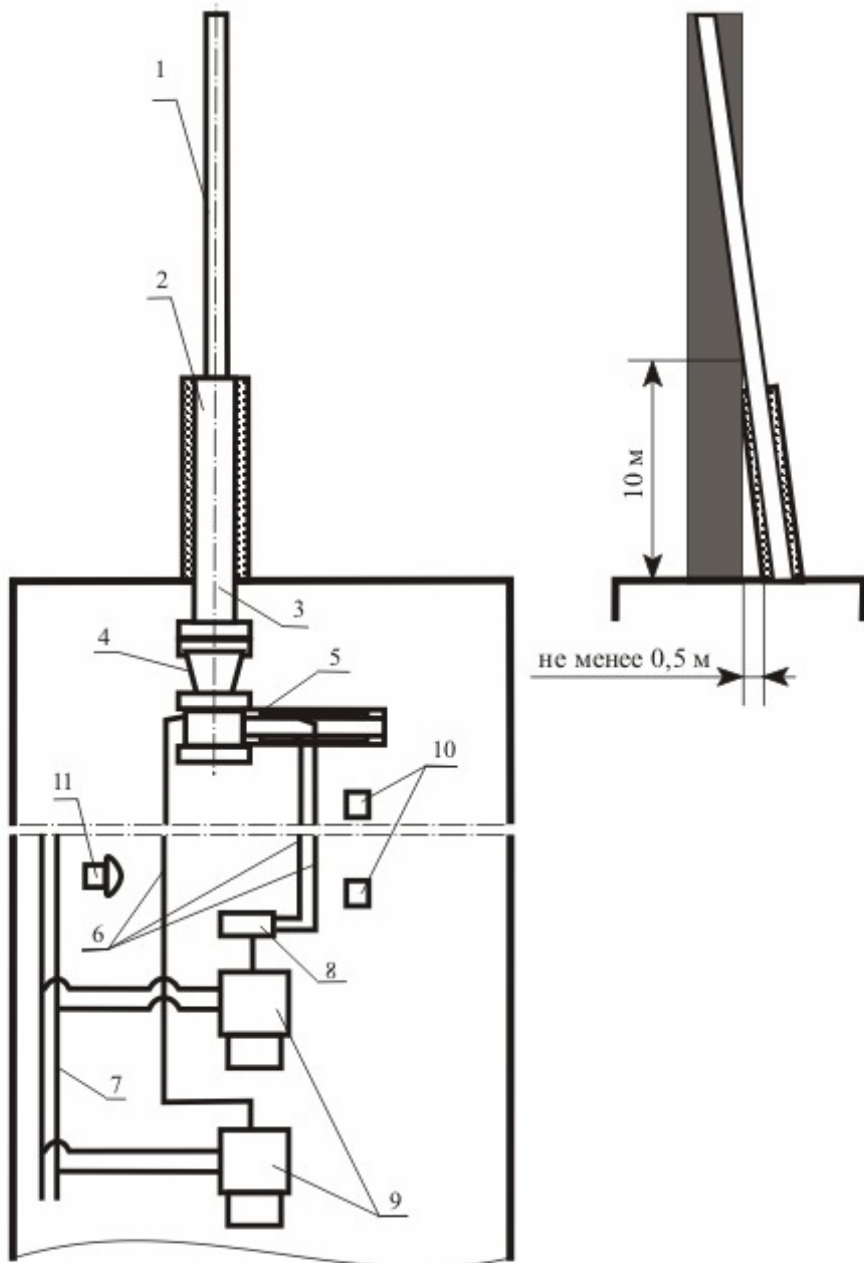


Рис. 1 - Схема расположения технологической скважины и оборудования

- 1 - скважина по углю; 2 - скважина по породе; 3 - обсадная труба;
- 4 - переходник; 5 - УГВ; 6 - рукава высокого давления; 7 - ППС;
- 8- пульт управления УГВ; 9 - насосы; 10 - датчик АГК; 11 - телефон

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ГОРНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ

5.1. Подготовка участка и проведение гидродинамического воздействия

Горно-экспериментальные работы по дегазации и снижению газодинамической активности угольных пластов путем гидродинамического воздействия на горный массив через скважины выполняются в подготовительной выработке, проводимой смешанным забоем. Перед началом бурения скважины для гидродинамического воздействия на пласт необходимо отойти забоем от уклонной части на расстояние не менее 25 м.

На расстоянии 3...5 м от забоя устанавливается сейсмоприемник для контроля процесса гидрорыхления и оценки его эффективности, а на расстоянии 10...40 м – датчик контроля выбросоопасности, подключаемые к подземному блоку аппаратуры АПСС-1 конструкции МакНИИ (рис. 2). Сейсмоприемники устанавливаются в шпуров длиной 0,3...0,5 м, пробуренные по угольному пласту перпендикулярно оси выработки, и надежно расклиниваются в них. Устья шпуров тампонируются ветошью или бумагой.

На расстоянии 1...2 м от забоя в левой и правой стенках выработки бурятся скважины длиной 4 м, в которых выполняется гидрорыхление (рис. 3). По ходу движения забоя на расстоянии 0,5 м от кутков слева и справа бурятся скважины длиной 7...8 м с доворотом на 10^0 от оси выработки, в которых также выполняют гидрорыхление угольного пласта. После гидрорыхления пласта проходческим комбайном проводят выработку на величину 0,65...1,3 м, оформляют забой и осуществляют его крепление. Затем устанавливают сейсмоприемник в породах кровли на расстоянии 1...2 м от забоя и наносят серии ударов в левом, правом кутках и в середине забоя. Импульсные сигналы записывают на отдельную магнитофонную кассету для последующей их обработки по специальным программам и приступают к бурению скважины для установки передатчиков аппаратуры ЗУА-98.

Со стороны восстающей части угольного пласта в направлении движения выработки бурится скважина диаметром 46...76 мм глубиной 30...75 м (в зависимости от длины технологической скважины 50...150 м), в которую устанавливаются два датчика аппаратуры ЗУА-98 (для контроля процесса гидродинамического воздействия на горный массив ООО «ЗУА») (см. рис. 2). Вся аппаратура проходит тестирование, после чего скважину тампонируют цементно-песчаным раствором (до ближайшего датчика). Спустя двое суток приступают к бурению технологической скважины для гидродинамического воздействия.

Технологическая скважина бурится на угольный пласт через породы кровли или почвы пласта. Место заложения скважины определяется из возможности установки бурового станка с заданным разворотом буровой каретки. Устье скважины располагают на расстоянии не менее 0,5 м по нормали от угольного пласта. Скважину располагают таким образом, чтобы она вошла в угольный пласт на расстоянии не менее 10 м от забоя выработки (см. рис. 1). Бурение скважины осуществляется в два этапа: 1) бурение скважины диамет-

ром 76 мм; 2) разбуривание скважины до диаметра 150 мм. Контроль процесса бурения осуществляется по параметрам акустического сигнала.

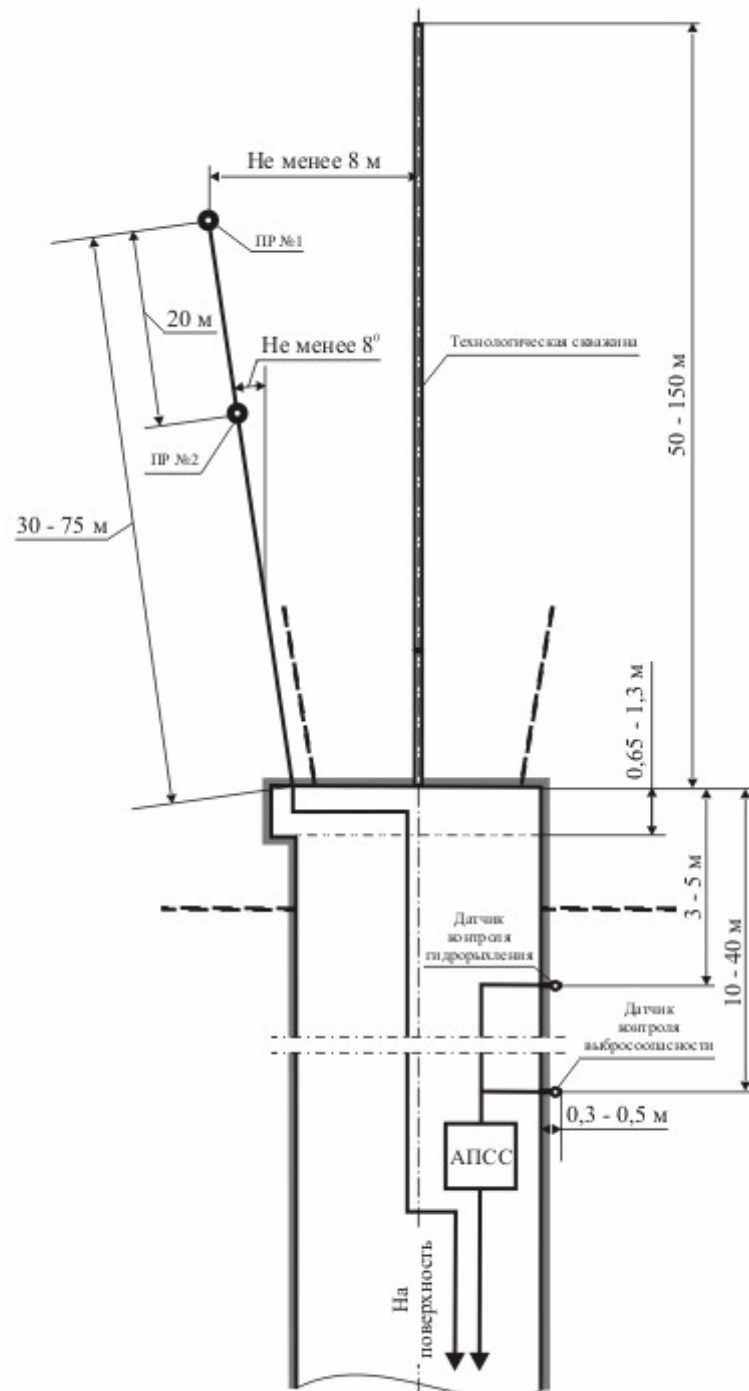


Рис. 2 - Схема расположения скважин и сейсмодатчиков

После разбуривания скважины до диаметра 150мм повторяют процедуру импульсного возбуждения и записи акустических сигналов через сейсмоприемник, установленный в породах кровли на расстоянии 1...2 м от забоя. Импульсные сигналы записывают на отдельную магнитофонную кассету для последующей их обработки по специальным программам. Обработка акустических

сигналов позволит оценить динамику межслоевых деформаций в породах кровли.

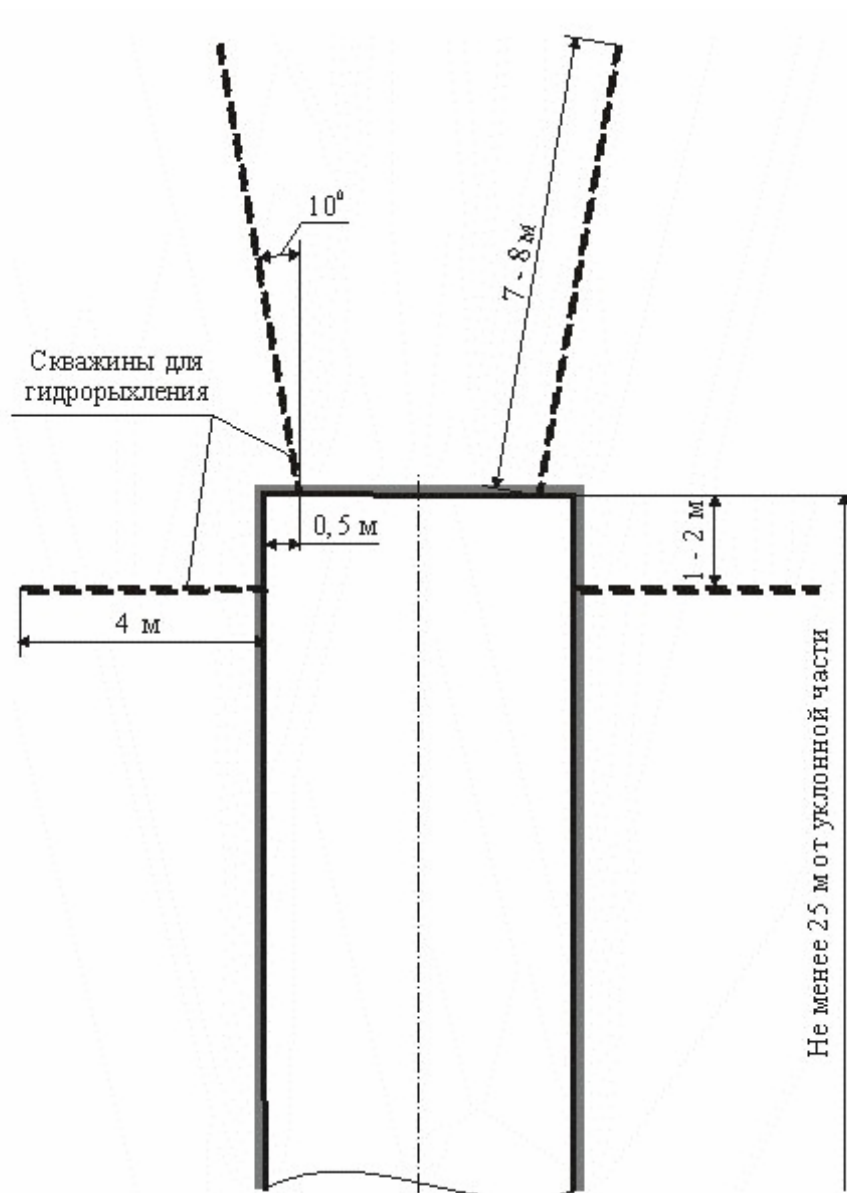


Рис. 3 - Схема расположения скважин для гидрорыбления

Далее производят обсадку породной части технологической скважины путем последовательного соединения труб диаметром 102...114 мм с помощью муфт и досылания их в скважину при помощи бурового станка. Последним подсоединяется коллектор с фланцем. Расстояние от фланца до забоя выработки должно быть не менее 0,5 м. Затрубное пространство заполняется цементным либо песчано-цементным раствором при помощи сжатого воздуха [14].

Для ускорения отвердевания тампонажного раствора рекомендуется добавление жидкого стекла.

По окончании тампонажа производят монтаж оборудования для гидродинамического воздействия. На фланец коллектора устанавливается устройство УГВ, которое соединяется с насосными установками через пульт дистанционного управления. Пульт дистанционного управления устанавливается на расстоянии не менее 30 м от забоя выработки. Производится регулировка устройства гидродинамического воздействия. Задвижка высокого давления закрывается для набора пластового давления газа.

Работа устройства при гидродинамическом воздействии по своему характеру является циклической [11]. В скважину подают рабочую жидкость. При достижении в скважине пластового давления осуществляют резкий сброс рабочей жидкости из скважины. По окончании сброса скважина закрывается. Таким образом, осуществляется один цикл воздействия. Далее циклы ($P = 2 \dots 7$ МПа) повторяются до выхода из скважины расчетного количества угля (до 2% от массы угля, залегающего в зоне разгрузки, образующейся после гидродинамического воздействия) или по команде оператора службы сейсмопрогноза при снижении активности динамических процессов на 40 – 50% от максимальной [11].

При проведении гидродинамического воздействия ведутся наблюдения за концентрацией метана в выработке (аппаратура АГК).

Проведение выработки по обработанной зоне осуществляется с применением гидрорыхления пласта [9, 15].

5.2. Контроль за процессом бурения скважин

Контроль за процессом бурения скважин (пилотной – Ø76 мм и технологической - Ø150 мм) осуществляется по параметрам акустического сигнала, возникающего при воздействии буровой коронки на забой скважины. Основу контроля составляет нормативный способ определения величины зоны разгрузки призабойной части горного массива и его программное обеспечение [15]. Регистрация акустического сигнала осуществляется сейсмоприемником (в составе подземного блока аппаратуры АПСС-1), установленном в шпуре. Через пульт управления блок подключается к линии связи, по которой сигнал поступает в приемное устройство аппаратуры АПСС-1, где он демодулируется, усиливается и передается в компьютер для последующей обработки. Пульт управления обеспечивает двустороннюю связь забоя с оператором. При бурении скважины Ø76 мм через каждый метр горный мастер сообщает оператору длину скважины. Обработка акустического сигнала выполняется поинтервально. Оператор, ведущий обработку сигнала, на первых 10-ти метрах бурения по углю определяет максимальную из средних в интервале энергию, а во всех последующих интервалах бурения вычисляет отношение максимальной энергии к средней текущей. Если это отношение превысит 3,5, что свидетельствует о входе забоя в пригруженную зону, оператор сообщает об этом горному мастеру ВТБ, кото-

рый обязан остановить бурение скважины[2]. Продолжение бурения может привести к возникновению внезапного выброса угля и газа в скважину и создать аварийную ситуацию. Бурение скважины по углю также должно быть остановлено при возникновении предварительных признаков внезапного выброса (удары в массиве, зажатие бурового инструмента, резкое увеличение выхода штыба и газа). В этом случае необходимо разбурить породную часть скважины, установить обсадные трубы, произвести их тампонаж, смонтировать устройство для гидродинамического воздействия и под контролем сейсмоакустической аппаратуры выполнить гидрообработку горного массива. После снятия опасности в обнаруженной зоне процесс бурения необходимо продолжить до проектной длины скважины. В этом случае отпадает целесообразность в бурении скважины диаметром 150 мм. После этого производится гидрообработка горного массива до выполнения критериев эффективности гидродинамического воздействия: выемки угля, залегающего в зоне разгрузки, образующейся после гидродинамического воздействия ($R_{эф} = 15 - 20$ м) до 2% его массы или снижения активности динамических процессов на 40 – 50% от максимальной.

После окончания бурения диаметром 76 мм (в случае отсутствия предупредительных признаков внезапного выброса или вхождения бурового инструмента в пригруженную зону) по распечаткам результатов обработки акустического сигнала выделяются интервалы с минимумами энергии сигнала, которые свидетельствуют о зоне локальной пригрузки и возможном усложнении разбуривания технологической скважины до диаметра 150 мм. Контроль по параметрам акустического сигнала при разбуривании скважины до диаметра 150 мм осуществляется так же, как и при бурении скважины диаметром 76 мм. При разбуривании необходимо принять меры предосторожности в интервалах с минимальной энергией сигнала. Разбуривание прекращается при отношении текущей энергии сигнала к максимальной более 3,5 или при появлении предупредительных признаков внезапного выброса. Возобновление бурения осуществляется после выполнения гидрообработки этой части скважины, но уже диаметром бурового инструмента 76 мм. В дальнейшем осуществляется гидрообработка горного массива так же, как и скважины диаметром 76 мм.

Контроль за процессом бурения и разбуривания скважины для гидродинамического воздействия осуществляется также с применением аппаратуры ЗУА-98, с обязательным хронометражем всех операций проводимых при этом. Обработка экспериментальных данных для поиска информативных параметров акустических сигналов будет выполнена ООО «ЗУА» в лабораторных условиях.

5.3. Контроль за процессом гидродинамического воздействия

При проведении гидрообработки пласта ведется контроль за процессом воздействия. Задача контроля - оценить степень изменения напряженно-деформированного состояния массива, определить необходимую и достаточную длительность воздействия, определить необходимость повторения мероприятия. Оценка состояния горного массива при воздействии на него определяется:

- путем регистрации и обработки акустического сигнала по способу, применяемому при гидрорыхлении угольного пласта;
- по развитию межслоевых деформаций в призабойной части массива [9];
- по изменению активности контактов отдельных слоев.

Для контроля непосредственно процесса воздействия регистрация и обработка акустического сигнала выполняется в соответствии с [9]. Акустический сигнал, возникающий при воздействии воды под давлением и в процессе разрушения массива вдоль скважины, принимается подземным блоком аппаратуры АПСС-1 и по линии связи передается на поверхность, где обрабатывается на компьютере по программе RNL. Программа отражает временные интервалы активизации динамических процессов в массиве и их снижения вплоть до полной приостановки. Последнее служит основанием для прекращения гидродинамического воздействия. После снижения активности, оцениваемой по амплитуде НЧ – составляющей, на 40...50% от максимальной целесообразно прекратить воздействие и считать его завершённым.

Оценка развития межслоевых деформаций осуществляется по результатам обработки импульсного возбуждения призабойной части массива до гидродинамического воздействия и по его окончании. Эффективность гидродинамического воздействия оценивается по количеству вновь появившихся активных контактов и по интенсивности развития по ним деформаций.

После проведения гидродинамического воздействия повторяют процедуру импульсного возбуждения и записи акустических сигналов через сейсмоприемник, установленный в породах кровли. Обработка полученных сигналов позволит оценить динамику развития межслоевых деформаций в породах кровли. Запись обрабатывается специалистами МакНИИ на предмет определения динамики деформаций вдоль контактов толщи мощностью 20...30 м. Если изменения деформаций происходят в толще мощностью менее 20 м, то производят повторную обработку массива.

Контроль за процессом гидродинамического воздействия осуществляется также с применением аппаратуры ЗУА-98, при этом выполняется хронометраж всего процесса гидрообработки. Аппаратура ЗУА-98 применяется для контроля процессов бурения, разбуривания скважины, гидродинамического воздействия и состояния массива по его окончании.

5.4. Оценка эффективности гидродинамического воздействия и прогноз выбросоопасности

Контроль эффективности гидродинамического воздействия выполняется по окончании процесса воздействия и при проведении выработки по обработанной зоне.

Оценка эффективности гидродинамического воздействия производится по результатам обработки акустического сигнала по программе ZONA [15], регистрируемого при бурении скважин для гидрорыхления. Критерием эффективности является разгрузка массива за контуром выработки на расстояние не

менее 4 м. При этом отличие оценки по двум скважинам не должно превышать 50%.

Другим способом оценки эффективности служит обработка акустических сигналов, возникающих в процессе гидрорыхления [9]. При выполнении гидрорыхления в безопасной по внезапным выбросам зоне резонансная частота сигнала в конце нагнетания не должна превышать 300Гц.

Кроме того, оценивается равномерность обработки массива по мере продвижения забоя вдоль скважины по параметрам акустического сигнала при автоматизированном контроле выбросоопасности по методике МакНИИ [16]. Признаком равномерности развития деформаций, свидетельствующем об отсутствии выбросоопасной зоны, является величина изменения коэффициента выбросоопасности и отсутствие прогноза «опасно». Изменение коэффициента выбросоопасности не должно превышать 50% от среднего уровня. Спектры акустического сигнала анализируются на предмет опасности внезапных выдавливаний.

Разработка критериев оценки эффективности гидродинамического воздействия проводится так же по методу прогноза ООО «ЗУА-98», основанному на анализе сейсмоакустической информации, поступающей по каналам звукоулавливающей аппаратуры ЗУА-98. В результате обработки полученных данных будут определены наиболее информативные параметры, по которым и будет произведена оценка эффективности гидровоздействия.

Таким образом, комплекс способов оценки эффективности гидродинамического воздействия на этапе проведения горно-экспериментальных работ позволит оценить степень дегазации угольного пласта, снижения его газодинамической активности и обеспечить безопасность ведения работ при проведении подготовительных выработок.

6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе гидродинамического воздействия на угольный пласт и по его окончании определяются и регистрируются в "Журнале наблюдений..." (Приложение) следующие показатели:

- 1) количество извлекаемого из пласта угля;
- 2) количество извлекаемого из пласта газа и коэффициент дегазации;
- 3) концентрация метана;
- 4) начальная скорость газовыделения;
- 5) акустическая эмиссия угольного пласта;
- 6) размер частиц извлеченного угля.

Количество извлекаемого угля определяется следующим образом: в месте выброса из скважины угольной пульпы сооружается выгородка, тарированная по объему. Замер объема каждой порции извлеченного угля производится после удаления воды.

Объем извлекаемого газа определяется при помощи системы АГК с одновременной фиксацией скорости подачи воздуха АПТВ и времени измерений.

Расчет объема извлекаемого метана производится, исходя из данных концентрации метана и скорости подачи воздуха:

$$V_{\text{в}} = \sum 0,01Qt(C_i - C),$$

где: Q - количество воздуха, проходящего по выработке, м³/мин;

t - продолжительность замера, мин;

C_i - концентрация газа при проведении гидродинамического воздействия, %;

C - концентрация газа в выработке до начала воздействия, %.

Определение коэффициента дегазации обработанной зоны производится по выражению

$$K_{\text{д}} = \frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{р}}},$$

где $V_{\text{р}}$ - расчетное количество газа в обрабатываемой зоне, м³.

$$V_{\text{р}} = S \cdot m \cdot \chi \cdot \gamma_{\text{с.б.м.}},$$

где S - площадь зоны обработки, м²;

m - мощность пласта, м;

χ - природная газоносность угольного пласта, м³/т.с.б.м;

$\gamma_{\text{с.б.м.}}$ - плотность сухой беззольной массы угля, т/м³.

Концентрация метана замеряется датчиками АГК перед и после каждого цикла гидровоздействия.

В течение всего времени проведения гидродинамического воздействия ведется непрерывный контроль акустической эмиссии.

Для определения гранулометрического состава и зольности извлеченного угля следует отбирать пробы угля весом 1,0...1,1 кг через каждые 5 циклов воздействия.

Все параметры процесса воздействия регистрируются приборами, установленными у пульта дистанционного управления. Значения давления нагнетания и сброса в скважине замеряются регистрирующими приборами (прямопоказывающим манометром или самопишущим манометром МТ2С-712).

Обработка сигналов акустической эмиссии выполняется на компьютерах по программам МакНИИ и ООО «ЗУА». Анализу подлежат акустические сигналы, по которым оценивается количество и интенсивность ослабленных механических контактов и динамика их во времени, низко- и высокочастотные составляющие акустических сигналов, изменения этих параметров во времени.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К работам по подготовке и проведению гидродинамического воздействия допускаются рабочие, имеющие стаж работы в подготовительных забоях не менее одного года. При этом рабочие должны пройти специальное обучение гидродинамическому воздействию и повторный инструктаж о предупредитель-

ных признаках выбросов, характерных для данных условий, и о мерах предосторожности при ведении работ. После получения инструктажа рабочие должны расписаться в «Книге инструктажа рабочих по безопасности работ».

Рабочие должны быть обучены правилам оказания первой медицинской помощи и иметь при себе индивидуальные перевязочные пакеты в прочной водонепроницаемой оболочке.

Забой горной выработки должен быть своевременно закреплен в соответствии с утвержденным паспортом крепления. Ведение всех работ должно осуществляться в соответствии с «Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах» [17], «Инструкцией по безопасному ведению горных работ...»[2], «Паспортом проведения...» и «Дополнением к паспорту проведения...».

Рабочие должны иметь индивидуальные автоматические сигнализаторы метана и изолирующие самоспасатели. В случае обнаружения при бурении шпуров или скважины предупредительных признаков внезапного выброса, работающие должны немедленно прекратить работу и уйти в безопасное место (на свежую струю воздуха или к стволу), при необходимости включившись в самоспасатели.

Применяемое оборудование и инструмент должны соответствовать требованиям заводских инструкций.

Монтаж и регулировка оборудования должны осуществляться при выключенных насосных установках.

Бурение пилотной и технологической скважин должно проводиться с дистанции не менее 30 м.

Места нахождения людей должны быть оборудованы отводами сжатого воздуха или средствами жизнеобеспечения.

Если концентрация метана в забое превысит 2% и будет удерживаться более 10 минут, необходимо работы прекратить. Всех людей вывести из горной выработки.

Службой ВТБ производится контроль состояния проводимой выработки и ее атмосферы. Кроме того осуществляется автоматический контроль газовой обстановки в забое выработки и на исходящей струе.

Гидродинамическое воздействие проводится дистанционно. Пульт дистанционного управления устанавливается на расстоянии не менее 30 м от забоя. Контроль выхода угля из технологической скважины осуществляется при закрытой задвижке высокого давления и допустимой концентрации метана в атмосфере выработки. В случае загазирования выработки при сбросе давления в скважине задвижка высокого давления должна быть закрыта, и следующий сброс может быть произведен лишь после нормализации газового режима.

У пульта дистанционного управления должны быть установлены телефонные аппараты, обеспечивающие связь с оператором ЭВМ и диспетчером шахты.

Работы по проведению гидродинамического воздействия нельзя совмещать ни с какими другими работами, ведущимися в тупиковой части выработки.

В забое и на 120 м от него запрещается нахождение лиц, не связанных непосредственно с бурением скважин и гидровоздействием.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Результаты проведения работ по интенсификации дегазации угольного пласта отражаются в акте и протоколе, составляемыми комиссией по приемке работ, где, в частности, указывается:

- 1) место, время и условия проведения гидродинамического воздействия;
- 2) объем выполненных работ;
- 3) параметры способа и его эффективность;
- 4) выводы, предложения и рекомендации комиссии.

Полученные результаты используются ИГТМ НАН Украины, МакНИИ, ООО «ЗУА» и АП «Шахта им. А.Ф. Засядько» при разработке «Временного руководства по дегазации и снижению газодинамической активности угольных пластов путем гидродинамического воздействия на горный массив через скважины при проведении подготовительных выработок».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волобуев Е.В., Гайнутдинов И.А. Состояние и перспективы безопасной отработки выбросоопасных пластов // Уголь Украины. – 1993. - №8. – С. 32 – 33.

2. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасным по внезапным выбросам угля, породы и газа: Утв. Минуглепромом СССР и Госгортехнадзором СССР 18.04.89. / М-во угольной промышленности СССР. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1989. – 192 с.

3. Горягин Л.Ф., Кулемин В.Е., Котелевец А.В. О разгружающем влиянии гидрорыхления на сближенные угольные пласты // Уголь Украины. – 1993. - №11. – С. 37 – 38.

4. Горягин Л.Ф., Мхатвари Т.Я., Резниченко А.И. Особенности гидрорыхления выбросоопасных угольных пластов // Уголь Украины. – 1992. - №7. – С. 51 – 53.

5. Оптимизация параметров гидрорыхления угольного пласта / И.И. Балинченко, Л.Ф. Горягин, Т.Я. Мхатвари и др. // Уголь Украины. – 1993. - №6. – С. 38 – 40.

6. Буханцов А.И., Ярунин С.А., Анпилогов Ю.Г. Изменение газоносности выбросоопасного пласта при проведении подготовительных выработок в зонах гидравлической обработки // Уголь Украины. – 1992. - №1. – С. 56 – 59.

7. Технологические схемы разработки пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа: Утв. МУП СССР 12.08.82 / ИГД им. А.А. Скочинского. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1982. – 256 с.

8. Колесов О.А. Новые способы и средства обеспечения безопасности работ в шахтах // Уголь Украины. – 1991. - №4. – С. 4 – 12.

9. Руководство по применению на шахтах Донбасса оперативного управления процессом гидрорыхления пласта по параметрам акустического сигнала: Утв. Минуглепромом Украины 22.06.93. - Макеевка, 1993. - 8с.

10. Софийский К.К. Физическая сущность способа гидродинамического воздействия на напряженные газонасыщенные среды // Уголь Украины. – 1992. - №3. – С. 26 – 29.

11. Софийский К.К., Калфакчян А.П., Воробьев Е.А. Нетрадиционные способы предотвращения выбросов и добычи угля. – М.: Недра, 1994. – 192 с.

12. Коваленко Ю.Ф. Эффективные характеристики тел с изолированными газонаполненными трещинами. Волна разрушения. – М.: 1980. – 52 с. (Препр. / АН СССР. ИПМ; 155).

13. Пат. 19956 України, МКП Е 21 С 45 / 00, Е 21 F 5 / 00. Пристрій для гідродинамічного впливу на вугільний пласт / В.А. Амелін, Є.Г. Барадулін, І.П. Демідов та ін. (Україна). - №4445214 / 22 - 03; Заявл. 20.06.88; Опубл. 25.12.97, Бюл. №6 (II ч.). - С. 3.1.410.

14. Руководство по дегазации угольных шахт: Утв МУП СССР 17.06.74 // Сборник инструкций и других нормативных документов по технике безопасности для угольной промышленности / Под ред. Л.И. Игнатъевой, И.М. Покровской. – М.: Недра, 1978. – 744с.

15. Руководство по применению на шахтах Донбасса способа определения величины зоны разгрузки призабойной части выбросоопасного угольного пласта: Утв. Минуглепромом Украины 01.11.94. - Макеевка, 1994. - 6с.

16. Руководство по применению на шахтах Донбасса способа контроля выбросоопасности призабойной части массива в подготовительных выработках по параметрам акустического сигнала: Утв. Минуглепромом Украины 24.09.96. - Макеевка, 1996. -9с.

17. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах: Утв. Минуглепромом СССР 18.08.86, Госгортехнадзором СССР 12.09.86 / М-во угольной промышленности СССР, Гос. ком. СССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору, Центр. комитет профсоюза рабочих угольной промышленности. – М.: Недра, 1986. – 447 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЖУРНАЛ

регистрации и контроля работ по гидродинамической обработке угольного пласта

Объединение

Шахта

Пласт

Горизонт

Участок

Выработка

Начало

Окончание

Расчетные параметры воздействия

Количество скважин

Диаметр скважин, м

Длина скважин, м

Угол наклона скважин, град.

Глубина герметизации, м

Давление подачи жидкости, МПа

Давление сброса жидкости, МПа

Количество циклов

Пластовое давление газа, МПа

Начальная скорость газовыделения, л/мин

Природная газоносность, м³/т

Количество извлекаемого угля, т

ПРИЛОЖЕНИЕ

Ж У Р Н А Л Н А Б Л Ю Д Е Н И Й

№ цикла	Время	Концен- трация газа в выра- ботке, %.	Количес- тво извле- ченного угля, кг	Пластов ое давлени е газа, МПа	Началь- ная ско- рость газо- выделения, л/мин	Давлени е нагнета- ния, МПа	Давлени е сброса, МПа	Номер пробы угля
------------	-------	---	--	---	---	--------------------------------------	-----------------------------	------------------------