

герметизации должна также учитывать расходы на осуществление герметизации, т.е. затраты на обсадные трубы, арматуру и объемы работ. Расчет такой эффективности должен осуществляться для каждого конкретного случая проектирования и сооружения систем дегазации конкретных шахт.

Отметим также, что не меньшее значение имеет рациональная глубина герметизации для эффективности обеспечения безопасности работ в шахтах, прежде всего предотвращения опасности воспламенения и взрыва метана в шахтах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. СОУ 10.1.00174088.001-2004. К.: Минтоэнерго Украины. – 2004. – 162 с.
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994. – 311 с.
3. Руководство по дегазации угольных шахт. М: Недра, 1975. – 189 с.
4. Правила безпеки у вугільних шахтах НПАОП 10.0-1.01-10. – К.: редакція журналу «Охорона праці», 2010. – 211 с.
5. Бугара М. И. Исследование напряженного состояния массива при формировании угольного целика / М. И. Бугара, В. А. Коломиец, З. Г. Пастернак, И. Е. Иванов // Сб. науч. тр. НГУ. – № 17. – Том 1. – Днепропетровск: РИК НГУ, 2003. – С. 339-345.
6. Бокий Б. В. Обоснование архитектуры системы для прогноза сейсмических событий техногенной природы / Б. В. Бокий, Е. В. Шкурят, Е. В. Бабенко, В. В. Назимко // Матеріали міжнародній конференції «Форум гірників-2010». – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2010. – С. 7-14.

УДК [622.831.322:551.24].001.6

Канд. техн. наук П.Е. Филимонов  
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»)

### **ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ 18-ГО ЗАПАДНОГО КОНВЕЙЕРНОГО ШТРЕКА ПЛАСТА m<sub>3</sub> ПАО «ШАХТА ИМ. А.Ф. ЗАСЯДЬКО» ПРИ ПЕРЕХОДЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

Викладено заходи й досвід безпечного ведення гірничих робіт при проведенні 18-го західного конвеєрного штреку пл. m<sub>3</sub> ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька» у зоні прогнозованого геологічного порушення.

### **EXPERIENCE OF DRIVING AND SUPPORTING 18TH WESTERN CONVEYER ROADWAY m<sub>3</sub> LAYER PJSC "MINE THEM. A.F. ZASYADKO" AS THEY MOVE GEOLOGICAL FAULTS**

Outlines the activities and experience of safety mining spent at the 18th western conveyor drift m<sub>3</sub> layer of PJSC "Mine them. A.F. Zasyadko "in the area of geological forecasting fix violations.

Разработаны мероприятия по безопасному ведению работ при проведении 18-го западного конвейерного штрека пл. m<sub>3</sub> в зоне прогнозируемого геологического нарушения. Подход к указанному разрывному нарушению для определения его точного положения и оценки его газодинамической активности производился с бурением разведочных скважин в следующем порядке:

- за 20 м до прогнозируемого нарушения останавливался забой и бурились 2 разведочные скважины по угольному пласту длиной >20 м и диаметром 76 мм с неснижаемым опережением >10 м. Скважины располагались по разработанной геологом схеме: одна скважина (№1) - в средней части забоя, вторая (№2) - в правом углу, с направлением их по нормали к предполагаемому простиранию

нарушения (10-20°). Бурение осуществлялось под акустическим контролем в соответствии с "Руководством по применению способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала в условиях ПАО «Шахта им. А. Ф. Засядько» [1]. Дополнительно велась оценка объема выхода штыба;

- признаком обнаружения геологического нарушения служило повышение на одинаковом расстоянии от забоя по обеим скважинам значений коэффициента пригрузки до 2,0 и более и увеличение объема выхода штыба в 5 раз и более (более 25 литров) по сравнению с выходом штыба на первых интервалах бурения скважин. При этом участок максимального выхода штыба может быть смещен вглубь относительно максимального значения коэффициента пригрузки на 1-3 м. Расстояние до геологического нарушения определялось по максимальному превышению коэффициента пригрузки до значения 2,0 и более;

- дополнительно по нормали к забою выработки на расстоянии 0,5 м выше пласта (в его кровле) по оси выработки бурилась разведочная скважина по породе длиной 20 м, диаметром 76 мм, с неснижаемым опережением равным 10 м.

- после подхода к определенному по разведочным скважинам геологическому нарушению не ближе 10 м повторялось бурение для уточнения его местоположения;

- в зоне геологического нарушения за 5 м от установленного его местоположения - применялось гидрорыхление угольного пласта с неснижаемым опережением скважин >4,0 м и с контролем эффективности по параметрам акустического сигнала;

- в каждом цикле подвигания забоя велся контроль выбросоопасности по параметрам акустического сигнала в соответствии с п. 6.3.5. "Правил ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям" [2];

- если геологическое нарушение вскрыто без указанных признаков, то отход от него осуществлялся с применением гидрорыхления при прогнозе "неопасно" и сотрясательным взрыванием на протяжении 5,0 м при прогнозе "опасно" по параметрам акустического сигнала. Проведение выработки в режиме сотрясательного взрывания осуществлялось с 5-ти м до нарушения, при пересечении зоны нарушения и отходе от нее не менее, чем на 5 м.

После перехода первого геологического нарушения продолжалось бурение разведочных скважин по приведенной методике вплоть до выхода за пределы прогнозируемой зоны.

Технология оценки напряженного состояния массива в зоне прогнозируемого разрывного нарушения следующая.

Применялось бурение разведочных скважин согласно «Руководства по применению способов контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала» [1]. При подходе к прогнозируемому геологическому нарушению в соответствии с Приложением В «Правил ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям» (СОУ 10.1.00174088.011-2005) [2] за 20 м до него останавливался забой и пробуривались две разведочные скважины по угольному пласту и одна по породе длиной не менее 20 м, диаметром не более 80 мм с неснижаемым опережением

не менее 10 м. Бурение скважин осуществлялось по разработанным геологом схемам: по породе: № 4 - длиной до 10 м для установки геофона аппаратуры ЗУА; №3 - 0,6 м от кровли пласта по оси выработки; по углю: № 1 - в центре пласта по оси выработки; №2 - в правом углу по нормали к предполагаемому простиранию нарушения.

Бурение осуществлять под акустическим контролем в соответствии с [1]. Для регистрации акустического сигнала сейсмоприемник (подземный блок аппаратуры) устанавливался на расстоянии 1-3 м от забоя в стенке выработки. Сейсмоприемник закреплялся на глубине 0,3-0,5 м путем расклинивания деревянным клином снизу-вверх в шпуре диаметром не менее 42 мм, расположенном в угле или вмещающих его породах. Бурение скважин производилось поинтервально на проектную глубину, длина интервала 0,8-1,2 м. Акустический сигнал из наземного блока аппаратуры вводился в компьютер. Обработка сигнала осуществлялась в автоматическом режиме в процессе бурения. Регистрация акустического сигнала велась непрерывно на протяжении интервала бурения. Информативным параметром служил коэффициент пригрузки, вычисляемый как отношение максимальной энергии сигнала в интервале бурения от 2 до 7 м к энергии сигнала в текущем интервале бурения. Коэффициент пригрузки в каждом интервале бурения сравнивался с критическим значением, и при его превышении компьютер выдавал сообщение «опасная ситуация». Контроль за безопасностью бурения скважин осуществляет горный мастер участка КАП, а обработку акустического сигнала на компьютере - оператор сейсмопрогноза. Расстояние до геологического нарушения определялось по максимальному превышению коэффициента пригрузки до значения 2 и более.

Дополнительно велась оценка объема выхода штыба на протяжении каждого интервала бурения, путем отбора мерной емкостью. Признаком геологического нарушения служило увеличение объема выхода штыба в 5 раз и более по сравнению с выходом штыба на первых пяти интервалах бурения скважин. Горный мастер (помощник) участка ПРТБ контролировал соблюдение технологии бурения и выполнял замер объема выбуриваемого штыба с каждого метра бурения.

Признаком установления геологического нарушения в данном случае служило повышение на одинаковом расстоянии от забоя до прогнозируемого геологического нарушения по трем скважинам значений коэффициента пригрузки до 2,0 и более и увеличение объема выхода угольного штыба в 5 раз и более. При этом участок максимального выхода штыба может быть смещен вглубь относительно максимального значения коэффициента пригрузки на 1-3 м.

Проведение выработки по выбросоопасному пласту  $m_3$  производилось с помощью проходческого комбайна с выполнением мероприятий по борьбе с внезапными выбросами угля и газа - гидрорыхлением угольного пласта.

При этом предусматривалось: оперативное управление процессом гидрорыхления пласта по параметрам акустического сигнала; контроль выбросоопасности призабойной части массива по параметрам акустического сигнала; при неэффективности гидрорыхления - взрывные работы в режиме сотрясательного взрывания (СВ) по углю; в зонах геологических нарушений с ампли-

тудой смещения больше мощности пласта - взрывные работе в режиме СВ по всему забою.

Проведение выработки осуществлялось с применением гидрорыхления с акустическим контролем процесса и эффективности гидрорыхления в соответствии с «Руководством по применению на шахтах Донбасса способа оперативного управления процессом гидрорыхления пласта по параметрам акустического сигнала». При бурении скважин для гидрорыхления определялась акустическим способом величина зоны разгрузки и положение максимума горного давления в соответствии с [1].

Гидрорыхление выполнялось со следующими параметрами:

- высоконапорное нагнетание осуществлялось в скважины № 1 и № 2, расположенные на расстоянии 1 м от левого и правого кутков забоя с наклоном под углом  $5-70^{\circ}$  в сторону массива;

- диаметр нагнетательных скважин 43-45 мм, длина 6-8 м, глубина герметизации 4-6 м, но не более расстояния до максимума горного давления;

- давление воды при нагнетании (максимально возможное), но не более расчетного устанавливалось плавным увеличением в течение 2-3 минут;

- продолжительность нагнетания и достаточный объем закачиваемой воды определялись путем оперативного управления процессом гидрорыхления по параметрам акустического сигнала, свидетельствующим о завершении гидрорыхления, в соответствии с [1];

- эффективность гидрорыхления определялась после завершения нагнетания воды и обработки акустического сигнала на персональном компьютере.

Для определения величины зоны разгрузки и расстояния до максимума горного давления, а также для контроля процесса гидрорыхления и оценки его эффективности осуществлялась регистрация акустического сигнала и передача его на поверхность при бурении скважин и высоконапорном нагнетании воды.

Для регистрации и передачи на поверхность акустического сигнала применяется аппаратура передачи акустического сигнала. Регистрацию и передачу сигнала на поверхность организует горный мастер участка прогноза, обработку сигнала выполняет оператор сейсмопрогноза на компьютере.

Для регистрации сигнала при бурении скважин для определения величины зоны разгрузки и при выполнении гидрорыхления сейсмоприемник располагался в левой или правой стенке со стороны обрабатываемой скважины на расстоянии 3-10 м от забоя в шпуре глубиной 0,3-0,5 м. При бурении скважин для гидрорыхления горный мастер через каждый метр сообщает оператору ее длину. После завершения бурения каждой скважины горный мастер запрашивал данные о величине зоны разгрузки и расстоянии до максимума опорного давления.

Если по результатам обработки акустического сигнала при бурении скважин максимум опорного давления расположен на расстоянии от забоя более расчетной глубины герметизации, то глубина герметизации принималась равной расчетной. Если максимум горного давления расположен на расстоянии более 3 м, то глубина герметизации равняется расстоянию от забоя до максимума опорного давления. Если менее 3 м, то гидрорыхление не производится и проведение

выработки осуществляется с выемкой угля БВР в режиме сотрясательного взрывания.

Нагнетание воды в пласт производилось в соответствии с требованиями пп. 9.1.10-9.1.14 [2].

Насосную установку горный мастер включал после сообщения оператора о готовности к обработке акустического сигнала, а после достижения давления в гидросистеме 10 МПа горный мастер сообщал о начале обработки акустического сигнала. Это сообщение горный мастер выполнял при помощи аппаратуры передачи акустического сигнала, а в процессе обработки связь горного мастера с оператором поддерживалась по телефону.

После снижения давления в системе на 30 % и более от максимально достигнутого, горный мастер запрашивал оператора о характере процесса нагнетания, и если на дисплее появлялось сообщение «Активный процесс завершен»», то дальнейшее нагнетание воды прекращалось. Если сообщение о завершении активного процесса отсутствовало, нагнетание продолжалось до закачивания расчётного количества воды. При величине зоны разгрузки менее глубины герметизации дополнительно необходимо чтобы частота максимальной амплитуды не превышала 120 Гц или коэффициент ее вариации во временных интервалах был более 15 %.

В случае преждевременного прорыва воды из нагнетательной скважины, факт которого устанавливается горным мастером в забое, проводилось повторное нагнетание через скважину, пробуренную на удалении более 2 м от первой. При этом соседняя скважина была перекрыта средствами герметизации.

Если при повторном нагнетании не выдерживались установленные параметры гидрорыхления и устанавливалась его неэффективность, то зона считалась опасной и проведение выработки осуществлялось после пересмотра мероприятий по предотвращению внезапных выбросов угля и газа или с помощью БВР по углю в режиме СВ.

После окончания нагнетания и обработки акустической информации горный мастер сообщал оператору величину максимального и конечного давления в гидросистеме и запрашивал оператора об эффективности гидрорыхления в целом. Если на дисплее компьютера было сообщение о том, что гидрорыхление выполнено эффективно, то безопасная глубина выемки принималась равной глубине герметизации.

Подвигание забоя между циклами нагнетания не превышало глубины герметизации. Гидрорыхление считалось неэффективным, если хотя бы по одной из скважин гидрорыхления в результате обработки акустического сигнала на дисплее компьютера было сообщение «гидрорыхление неэффективно». Если гидрорыхление было оценено как неэффективное, то после отстоя забоя в течение не менее 1 часа осуществлялся контроль эффективности по величине зоны разгрузки или повторное гидрорыхление с контролем его эффективности.

Если и повторное гидрорыхление было неэффективным, то проведение выработки осуществлялось с отбойкой угля буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания. При проведении выработки с выемкой угля буровзрывным способом контроль выбороопасности не прекращался, и границы

опасной зоны устанавливались по результатам последующего контроля с учетом зоны запаса (6 м).

Если акустический сигнал от процесса нагнетания отсутствовал или средняя его величина не превышала удвоенную величину помехи, то гидрорыхление считалось неэффективным и подвигание забоя останавливалось до устранения неисправности.

Если после выполнения гидрорыхления угольного пласта при работе проходческого комбайна по забоям наблюдались явные признаки выбросоопасности (выдавливание или высыпание угля, удары и трески в массиве, отскакивание кусочков угля или шелушение забоя, уменьшение прочности угля, резкое увеличение газовыделения), то работы в забое выработки прекращались.

При вскрытии разрывных геологических нарушений с амплитудой смещения более мощности пласта вводится режим сотрясательного взрывания по всему забоям.

После окончания гидрорыхления и обработки акустической информации горный мастер участка прогноза указывал в наряд-путевке глубину пробуренных скважин, величину зоны разгрузки, расстояние до максимума горного давления, глубину герметизации, максимальное и конечное давление в гидросистеме, время и эффективность нагнетания, фамилию и табельный номер рабочих, выполняющих противовыбросные мероприятия, фамилию оператора, выполняющего обработку акустического сигнала на компьютере, а также указывал в наряд-путевке, на доске прогноза безопасную глубину выемки.

Если возникла ситуация, при которой дальнейшее проведение выработки необходимо выполнять с применением БВР по угольному пласту в режиме сотрясательного взрывания, то горный мастер сообщал об этом начальнику участка прогноза, начальнику подготовительного участка, а с соответствующей записью в наряд-путевке по выезду ознакамливался и начальник смены.

Если при гидрорыхлении хотя бы по одной из скважин была получена оценка «нагнетание неэффективно», то об этом оператор ставил в известность горного мастера, контролирующего нагнетание в забое.

В бригаде, выполняющей гидрорыхление, ответственный за бурение скважин и обслуживание насосной установки, высоконапорного трубопровода и гидрозатвора – звеньевой (проходчик 5-го разряда). На участке, выполняющем работы по гидрорыхлению, ответственный за их проведение – начальник участка. При выполнении гидрорыхления с глубиной герметизации скважин менее 4 м расстояние от забоя до насоса должно быть не менее 100 м, и в этих пределах запрещается ведение каких либо работ, нахождение людей.

При проведении выработки с применением гидрорыхления угольного пласта необходимо соблюдать следующие условия: забой должен быть укомплектован инструментом и оборудованием для нагнетания воды в пласт с учетом 100 % резерва; штат службы прогноза (горных мастеров, слесарей и операторов) должен быть укомплектован исходя из фактического объема работ; в местах нахождения людей при гидрорыхлении иметь средства жизнеобеспечения (включая отводы сжатого воздуха) по количеству работающих.

Подвигание забоя не должно превышать глубины герметизации скважины,

величина заходки при выемке угля и пород не должна превышать 1 цикл (два шага установки крепи). Выемка должна осуществляться равномерно по всему сечению выработки.

Гидрорыхление угольного пласта в случае отсутствия сейсмоакустического контроля осуществлялось следующим образом.

Скважины для гидрорыхления бурились по наиболее мощной пачке. Для герметизации скважин применялись рукавные гидрозатворы длиной не менее 2,5 м с использованием удлинителей, позволяющих устанавливать гидрозатворы на требуемой глубине. В случае, если гидрозатвор длиной 2,5 м не обеспечивал надежную герметизацию скважин, применяли гидрозатворы большей длины.

Перед началом нагнетания производилась проверка высоконапорного водопровода на герметичность. На высоконапорном трубопроводе не ближе 15 м от гидрозатвора и у насосной установки устанавливался разгрузочный вентиль-тройник, регулированием которого обеспечивалось плавное повышение давления, и манометры.

Для нагнетания использовалась высоконапорная насосная установка УНГ, расположенная не ближе 30 м (согласно п.9.1.1.[2]), но не более 100 м (п. 9.1.11.[2]) от места нагнетания воды в скважину. Насосная установка снабжена водомером, предохранительным клапаном и манометром, которые предварительно пломбировались. Исправность оборудования проверялась в процессе ведения работ по гидрорыхлению.

Давление воды и темп нагнетания определялись по показаниям манометра и водомера через каждые 5 мин. после начала нагнетания. При этом фиксировались максимальное и конечное давление, средний темп нагнетания и суммарный расход воды, закачанной в скважину. Нагнетание воды в пласт начиналось плавным в течение 3-5 мин. повышением давления до максимального расчетного его значения.

Гидрорыхление считалось законченным, если в скважину подано расчетное количество воды и давление в высоконапорном трубопроводе снизилось не менее чем на 30 % от максимального, достигнутого в процессе нагнетания.

В случае преждевременного прорыва воды из нагнетательной скважины на забой по трещинам, проводилось повторное нагнетание через скважину, пробуренную на удалении более 2 м от первой. При этом соседняя скважина была перекрыта средствами герметизации, а нагнетание в дополнительную скважину продолжено до появления признаков законченности гидрообработки с учетом объема ранее закачанной воды.

Контроль эффективности гидрорыхления осуществляется по динамике начальной скорости газовыделения из контрольных шпуров (газодинамике) осуществлялся следующим образом.

Контрольные шпуры располагались на расстоянии 0,5 м от кутков и ориентировались их по ходу движения забоя. При этом расстояние от контрольных до ближайших шпуров (скважин), пробуренных при выполнении способов предотвращения внезапных выбросов, было не менее 0,4 м по всей их длине. Для этого контрольные шпуры и скважины располагались по разным угольным

пачкам или смещались по мощности пласта. Контрольные шпуры бурились диаметром 42 мм по наиболее выбросоопасной (нарушенной) пачке угля мощностью не менее 0,2 м. Если в пласте имелись две пачки одинакового типа, то шпуры бурились только по пачке большей мощности.

Измерения начальной скорости газовыделения производились через каждые 0,5 м по длине контрольного шпура. Бурение контрольного шпура при достижении глубины 1 м, а затем через 0,5 м на интервалах 1,5 м, 2 м и т.д. приостанавливалось, буровая штанга извлекалась, в контрольный шпур вводился газозатвор и герметизировалась измерительная камера длиной 0,2 м. Надежность герметизации проверялась попыткой извлечения газозатвора. Если он не перемещался по шпуру, герметизация считалась надежной.

С помощью расходомера, присоединенного к газозатвору, не позднее чем через 2 мин после окончания бурения данного интервала измерялась начальная скорость газовыделения. Измерение начальной скорости газовыделения прекращалось на интервале, на котором она снижалась по сравнению с начальной скоростью газовыделения, измеренной на предыдущем интервале. Если при измерении начальной скорости газовыделения снижение ее не обнаружено, то глубина шпуров не должна превышать 3 м.

Если на каком-либо интервале бурения не удалось выполнить измерения в установленное время и обнаружено уменьшение скорости газовыделения по сравнению с предыдущим замером, то должен быть пробурен дополнительный контрольный шпур. Расстояние от него до ранее пробуренного контрольного шпура должно быть не менее 0,3 м.

По результатам контрольных измерений газовыделения разгруженной зоной пласта является его призабойная часть до конца интервала, на котором увеличение скорости газовыделения (если она по абсолютной величине не менее 0,8 л/мин) сменяется уменьшением. При максимальной скорости газовыделения до 0,8 л/мин, зона разгрузки считается равной длине шпура плюс 1 м. Если скорость газовыделения равна или превышает 0,8 л/мин, и нет ее падения - зона разгрузки считается равной длине шпура плюс 0,5 м.

Если пробурить шпур на длину очередного интервала не удастся, либо герметизатор не досылается на необходимую глубину, либо герметизация ненадежна, величину зоны разгрузки принимают равной глубине предыдущего интервала измерения. В случае, если глубина выемки за цикл больше величины зоны разгрузки или неснижаемое опережение менее 1,3 м, работы по выемке угля в выработке прекращены. Возобновление работ в забое возможно после: повторного выполнения гидрорыхления и установления его эффективности; временной остановки работ по углю и повторного контроля величины безопасной зоны разгрузки; полного пересмотра мероприятий по предотвращению выбросов и их выполнения. Параметры гидрорыхления представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Параметры гидрорыхления

Параметры	Ед. изм.	Значение
1. Длина скважины для нагнетания	М	8-6
2. Диаметр скважины	Мм	43-45
3. Глубина герметизации	М	6-4
4. Неснижаемое опережение	М	2

5. Расчетный удельный расход воды	л/т	20
6. Количество воды, нагнетаемое в скважину	м <sup>3</sup>	1,74-3,88
7. Эффективный радиус нагнетания	М	4,8-3,2
8. Давление воды при нагнетании	кг/см <sup>2</sup>	251
9. Темп нагнетания	л/мин	не менее 3,0

Контроль выбросоопасности осуществлялся по акустическому сигналу, возбуждаемому в массиве работой по забою комбайна, отбойного молотка или при бурении шпуров. Регистрация и обработка акустического сигнала осуществлялась непрерывно в пределах одного цикла работы комбайна (величина цикла должна быть 1,0 м или 1,3 м).

Обработка начиналась после сообщения горного мастера или звеньевому оператору сейсмопрогноза о положении забоя и начале работы комбайна по забою. Завершалась обработка после сообщения вышеуказанными лицами об окончании работ по забою. Сообщение об этом и сообщение оператора о результатах, прогноза фиксировались на контрольной записи.

Прогноз опасности внезапных выдавливания угля по параметрам акустического сигнала, возбуждаемого технологическим воздействием проходческих машин и механизмов на угольный пласт, осуществлялся с помощью аппаратуры регистрации акустического сигнала и программно-вычислительного комплекса.

Прогноз опасности внезапных выдавливания угля выполнялся по алгоритму определения прогнозного показателя  $K_g$ , который вычисляется компьютером.

Прогноз «опасно по внезапным выдавливаниям» выдавался компьютером, если текущее значение показателя  $K_g$  было равно или превышало его критическую величину  $K_{гкр}$  установленную на стадии разведочных наблюдений по методике и программе МакНИИ не менее чем в 30 циклах подвигания забоя в неопасной по выдавливаниям зоне при отсутствии этих явлений и их предупредительных признаков согласно приложению А [2]. Установленное критическое значение  $K_{гкр}$  вносилось в паспорт проведения и крепления подготовительной выработки.

При получении прогноза «опасно» оператор уведомлял об этом диспетчера шахты и руководителя службы прогноза. По распоряжению технического директора шахты в забое выполнялись мероприятия по предотвращению внезапных выдавливания угля.

При выходе забоя выработки из опасной зоны прогноз «опасно» изменялся на «неопасно» после снижения текущих значений показателя  $K_g$  ниже критической величины  $K_{гкр}$  и отработки трех циклов в «зоне запаса». В период отработки «зоны запаса» компьютер выдавал сообщение «опасно, зона запаса». Выход из опасной зоны оформлялся актом.

Контроль и корректировка величины критических значений  $K_{гкр}$  выполнялись через каждые сто циклов наблюдений. Корректировка критических значений обязательна в случаях, когда критические значения прогнозного показателя отличаются от ранее установленных более чем на 20 %.

Порядок перехода горными выработками полостей выбросов угля и газа следующий.

Полости, образовавшиеся в угольном массиве вследствие выброса, подразделяют на закрытые и открытые. Закрытая полость характеризуется наличием целика угля между полостью и забоем выработки, а открытая - соединяется непосредственно выработкой.

Вскрытие и крепление полости проводилось только после уточнения её местоположения, организации проветривания и контроля за содержанием газа. На пластах склонных к самовозгоранию угля, необходимо осуществлять полное и быстрое извлечение разрушенного угля из полости с выполнением специальных мероприятий по предотвращению самовозгорания угля.

При переходе полости выброса произошедшего в подготовительной выработке, после извлечения разрушенного угля и крепления части полости в пределах контура проведенной выработки, предусмотрена закладка (забутовка) и изоляция частей полости, оставшихся в боках выработки. Дальнейшее проведение выработки при отходе от полости на расстояние не менее 20 м необходимо осуществлять после выполнения мероприятий по предотвращению ГДЯ с контролем эффективности или буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрывания.

При расположении полости выброса в боковой части выработки дополнительно выполняются работы: частичная уборка угля из полости (на 1 м в глубину); обработка антипирогенными веществами или заиливание угля, оставшегося в полости; возведение чураковой перемычки или изоляция полости с помощью быстротвердеющих полимеров. При работе в полости рабочие оснащены светильниками типа СМС, в местах работы имелись отводы сжатого воздуха по количеству работающих людей, все технологические процессы выполнялись опытными работниками в присутствии лиц технического надзора.

#### **Выводы.**

1. Разработаны мероприятия по безопасному ведению работ при проведении 18-го западного конвейерного штрека пл.  $m_3$  в зоне прогнозируемого геологического нарушения. Признаком обнаружения геологического нарушения служит повышение на одинаковом расстоянии от забоя по обеим скважинам значений коэффициента пригрузки до 2,0 и более и увеличение объема выхода штыба в 5 раз и более по сравнению с выходом штыба на первых интервалах бурения скважин, при этом участок максимального выхода штыба может быть смещен вглубь относительно максимального значения коэффициента пригрузки на 1-3 м. Расстояние до геологического нарушения определялось по максимальному превышению коэффициента пригрузки до значения 2,0 и более.

2. В качестве мероприятий по борьбе с внезапными выбросами угля и газа применялось гидрорыхление угольного пласта с оперативным управлением процессом гидрорыхления по параметрам акустического сигнала и контролем выбросоопасности призабойной части массива по параметрам акустического сигнала, при неэффективности гидрорыхления - взрывные работы в режиме СВ по углю.

3. Прогноз опасности внезапных выдавливаний угля по параметрам акустического сигнала, возбуждаемого технологическим воздействием проходческих машин и механизмов на угольный пласт, осуществлялся с помощью аппарату-

ры ругистрации акустического сигнала и программно-вычислительного комплекса. Прогноз «опасно по внезапным выдавливаниям» выдавался, если текущее значение показателя было равно или превышало его критическую величину, установленную на стадии разведочных наблюдений не менее чем в 30 циклах подвигания забоя в неопасной по выдавливаниям зоне при отсутствии этих явлений и их предупредительных признаков.

4. При переходе полости выброса произошедшего в подготовительной выработке, после извлечения разрушенного угля и крепления части полости в пределах контура проведенной выработки, мероприятиями предусмотрено выполнение закладки (забутовки) и изоляции частей полости, оставшихся в боках выработки. Дальнейшее проведение выработки при отходе от полости на расстояние не менее 20 м осуществляется после выполнения мероприятий по предотвращению ГДЯ с контролем эффективности или буровзрывным способом в режиме сотрясательного взрыва.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по применению способа контроля бурения и оценки эффективности опережающих скважин по параметрам акустического сигнала в условиях АП «Шахта им. А.Ф. Засядько / В.П. Коптиков, Б.В. Бокий, Г.И. Колчин [и др.] – Макеевка: МакНИИ, 2005. – 9 с.

2. СОУ 10.1.00174088.011-2005 Правила ведения горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям / В.П. Коптиков, Б.В. Бокий, И.В. Бабенко [и др.] – К., 2005. – 225 с.

#### УДК 536.2

Канд. техн. наук В.В. Біляєва

(Дніпропетровський національний університет)

### **ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ**

Предложена численная модель для экспресс-прогноза теплового загрязнения воздуха в рабочих помещениях. Модель основана на интегрировании двумерного уравнения энергии и уравнения для потенциала скорости. Для численного интегрирования используется неявная разностная схема расщепления и метод А. Самарского. Представлены результаты численного эксперимента.

### **NUMERICAL SIMULATION OF THE HEAT POLLUTION OF THE AIR IN THE INDUSTRIAL ROOMS**

A numerical model to simulate the heat pollution of the air in the industrial rooms was developed. The model is based on the integration of the 2D equation of the energy conservation and equation for the velocity potential. The implicit difference schemes are used for numerical integration of the model equations. The results of numerical experiments are presented.

**Вступ.** Аварії у виробничих приміщеннях супроводжуються викидом нагрітих газів. Наслідком таких аварій можуть бути вибухи, утворення вогнених куль (струменів), що приводять до термічної поразки людей, руйнування устаткування, комунікацій. Одним з важливих завдань є прогнозування процесу поширення нагрітих газів у виробничих приміщеннях після аварії з метою оцінки масштабів можливих наслідків аварій. Інженерні методики, що викори-